

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

**Laboratorní úloha měření funkce rovnovážného
aparátu (kalorické vyšetření)**

**Laboratory Task of Measurement of Vestibular
Apparatus Function (Caloric Testing)**

2013

Lucie Stará

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Lucie Stará**
Studijní program: **B2649 Elektrotechnika**
Studijní obor: **3901R039 Biomedicínský technik**
Téma: **Laboratorní úloha měření funkce rovnovážného aparátu (kalorické vyšetření)**
Laboratory Task of Measurement of Vestibular Apparatus Function (Caloric Testing)

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce bude popsat a provést měření funkce rovnovážného aparátu pomocí kalorického vyšetření.

1. Teoretická část bude zaměřena na anatomii a fyziologii rovnovážného ústrojí a možnosti vyšetření rovnováhy.
2. V praktické části bude prováděno měření pomocí nystagmografie.
3. Výsledky budou prezentovány v grafech a tabulkách.
4. V závěru bude provedeno zhodnocení výsledků práce i přínos, který její řešení znamenalo pro autora BP.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] MRÁZKOVÁ, Eva. *Základy audiologie a metod objektivního vyšetření sluchu*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. 111 s. ISBN 80-248-1123-4.
- [2] MRÁZKOVÁ, Eva, Jiří MRÁZEK a Marie LINDOVSKÁ. *Základy audiologie a objektivní audiometrie*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, 2006. 121 s. ISBN 8073682265, 9788073682262.
- [3] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. 2. vyd. Praha: Grada publishing, 2002. 673 s. ISBN 80-7169-140-2.
- [4] Uživatelská příručka: VNG Operator's Manual CHARTR 200 ENU.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Jindřich Černožský, CSc.**

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 07.05.2013



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným dohledem doc. RNDr. Jindřicha Černohorského, CSc. Všechny literární prameny a zdroje, ze kterých jsem čerpala, jsou dle norem řádně uvedeny.

Datum odevzdání: 7. 5. 2013

Lucie Stará



Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doc. RNDr. Jindřichu Černohorskému, jakožto vedoucímu mé bakalářské práce za cenné rady a zázemí, které mi při mé tvorbě poskytnul.

Abstrakt

Text práce se zaměřuje na vyšetření rovnovážného ústrojí pomocí videonystagmografické metody. Vestibulární ústrojí kontroluje pohyby těla a jeho polohu (pohyby úhlového a lineárního charakteru). Tyto informace využívá k udržení rovnováhy a úpravě obrazu vnímaného zrakem. Cílem práce je popsat, změřit a vyhodnotit výsledky, které budou získány měřením a také sestavit laboratorní úlohu. Práce je rozdělena na dvě části a to na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části jsou uvedeny informace z hlediska stavby a funkce vestibulárního aparátu, jeho vyšetření a v neposlední řadě popis a technické specifikace přístrojů, použitých při tomto měření. Praktická část je zaměřena na kalorické vyšetření rovnovážného ústrojí za pomoci videonystagmografické metody.

Klíčová slova

Vestibulární ústrojí, nystagmus, vestibulookulární jev, Videonystagmografie, Kalorické vyšetření

Abstract

Text of this work is focused on testing of Vestibular Apparatus with Videonystagmographic method. Vestibular Apparatus controls body movements and its position (angular and linear movements). These information uses for maintaining a balance and image adjustment perceived by sight. Aim of this bachelor thesis is to describe, measure and evaluate the results which will be obtained by measuring and also make up a laboratory task. This thesis is divided into two parts, theoretical part and practical part. In theoretical part there are stated information in terms of structure, function of Vestibular Apparatus, its examination and finally description of technical specification of devices used in this measurement. Practical part deals with Caloric Testing of Vestibular Apparatus with Videonystagmographic method.

Key words

Vestibular Apparatus, nystagmus, vestibulocular phenomenon, Videonystagmography, Caloric Testing

Seznam použitých značek a symbolů

ENG	Elektronystagmografie
FI	Fixační index
SPV	Slow phase velocity (pomalá fáze nystagmu)
VNG	Videonystagmografie

Seznam použitých cizích slov

Ipsilaterální	stejnostranný
Kontralaterální	ležící na opačné straně
Labyrinthus cochlearis	sluchová část blanitého labyrintu
Labyrinthus vestibularis	rovnovážná část blanitého labyrintu
Lamina basilaris	bazilární membrána
Macula statica sacculi	receptor gravitace kulovitého váčku
Macula statica utriculi	receptor gravitace vejčitého váčku
Mechanoreceptor	smyslový receptor (čidlo)
Nervus cochlearis	sluchový nerv
Nervus vestibularis	vestibulární nerv
Peak	vrchol
Receptor	čidlo
Sacculus	kulovitý váček blanitého labyrintu
Utriculus	vejčitý váček blanitého labyrintu
Vestibulární aparát	rovnovážné ústrojí
Vertigo	závrať

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Anatomie, fyziologie sluchového a rovnovážného ústrojí	2
2.1	Anatomie sluchově – rovnovážného ústrojí.....	2
2.2	Fyziologie sluchu	4
2.3	Funkce vestibulárního ústrojí	4
3	Poruchy vestibulárního ústrojí	5
3.1	Vertigo (závrat').....	5
3.2	Nystagmus.....	5
3.2.1	Rozdělení nystagmu	6
4	Vyšetření vestibulárního ústrojí.....	7
4.1	Vyšetření spontánních vestibulospinálních jevů	7
4.2	Vyšetření vestibulookulárních jevů (vyšetření nystagmu)	7
5	Popis, funkce přístrojů	8
5.1	ICS Charter 200 VNG/ENG	8
5.1.1	Zapojení ICS Charter 200 VNG/ENG	9
5.1.2	Konektory ICS Charter 200 VNG/ENG panelu	10
5.1.3	Technické parametry přístroje	11
5.1.4	Software ICS Chartr 200 VNG/ENG.....	12
5.2	VG40 Video Goggle.....	23
5.2.1	Technické parametry přístroje	24
5.3	Kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II	25
5.3.1	Propojení přístroje	25
5.3.2	Technické parametry přístroje	26
5.3.3	Přední panel kalorického stimulátoru	27
6	Kalorický test	28
6.1	Princip záznamu	28
6.2	Zapojení systému ICS Charter 200 VNG/ENG pro kalorickou zkoušku	28
6.3	Nastavení přístrojů a kalibrace	29
6.3.1	Kalibrace	29
6.3.2	Kalorický stimulátor	30

6.3.3	PC – software	30
6.3.4	Video brýle	30
6.4	Příprava a evidence pacienta na vyšetření	32
6.5	Průběh kalorického vyšetření	32
6.6	Nastavené (hraniční) hodnoty kalorického vyšetření (výchozí nastavení)	34
6.7	Atributy kalorického grafu	35
6.8	Technické chyby při kalorickém testování	38
6.9	Vzorce použité při výpočtu kalorické odezvy	41
6.10	Chyby nastavení	42
7	Výsledky měření.....	43
8	Závěr	46
9	Použitá literatura.....	47
10	Přílohy	49

1 Úvod

„Vnímání“, jak už zvuku či prostoru hraje důležitou roli v životě každého jedince. Sotva co se narodíme, začínáme vnímat svět. K jeho vnímání potřebujeme „prostředníka“, prostředníka, který nám umožňuje přenos informací. Lidské smysly jsou zprostředkovateli těchto informací mezi námi a světem okolo nás. Pět, pro mnohé pouze obyčejné číslo, ale v oblasti vnímání znamená hodně, pět, tak tolik máme lidských smyslů. Oči interpretují to, co vidíme. Chuť a čich nám pomáhají rozeznat pachy a pochutiny kolem nás. Hmatem detekujeme a rozpoznáváme tvary a vlastnosti přírodních látek v našem prostředí. Ale nakonec je potřeba zmínit sluch, a v jeho vnitřní části uložené rovnovážné ústrojí, díky němuž bychom nebyli schopni rozpoznat zvuky kolem nás a hlavně polohu těla a hlavy v prostoru.

Tématem této bakalářské práce je kalorické vyšetření rovnovážného aparátu, které patří mezi důležité diagnostické metody v oblasti zjišťování poruch vestibulárního ústrojí. Tento aparát se řadí mezi jedny z důležitých mechanoreceptorů, které pomáhají udržet rovnováhu našeho těla. Vestibulární ústrojí obsahuje čidla, která hrají primární roli v zjišťování polohy, pohybu těla a hlavy.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, a to na část teoretickou a praktickou.

V teoretické části je čtenář obeznámen se základy anatomie, fyziologie a patofyziologie sluchově - rovnovážného aparátu. Jsou zde také uvedeny a vysvětleny informace o možných metodách vyšetření a také technické informace spolu s popisem přístroje, na kterém byla práce realizována.

Praktická část poukazuje na metodiku vyšetření, analýzu a interpretaci naměřených dat.

Cílem této práce je vytvoření laboratorní úlohy, sloužící k vyšetření vestibulárního aparátu, která bude sloužit jako vzdělávací materiál pro studenty zdravotnických oborů a zdravotnický personál pracující v odborných centrech zabývajících se poruchami sluchově - rovnovážného aparátu.

2 Anatomie, fyziologie sluchového a rovnovážného ústrojí

Sluchově - rovnovážný aparát se dělí na dva recepční systémy a to na rovnovážný systém a systém sluchový. Rovnovážné ústrojí vnitřního ucha přijímá gravitační a rovnovážné podněty přímo ve vnitřním uchu, naproti tomu orgán sluchu má částí více a to část pro zachycování zvukových vln, část pro úpravu zvukových vln a jejich převod a v poslední řadě část s vlastním percepčním orgánem [4].

2.1 Anatomie sluchově – rovnovážného ústrojí

Zevní ucho

Ušní boltec – tvořen chrupavkou, slouží k zachycování a vedení zvuků.

Zevní zvukovod – trubice dlouhá cca 2,5 cm, zakončena ušním bubínkem.

Ušní bubínek – blanka, oddělující zevní zvukovod od středoušní dutiny.

Střední ucho

Jedná se o systém dutin, z nichž největší je středoušní dutina (bubínková), ve které se nachází tři sluchové kůstky a z které také vede do nosohltanu Eustachova trubice. Středoušní dutina je vyplněna vzduchem.

Sluchové kůstky – kladívko, kovádlíka, třmínek.

Eustachova trubice – spojení mezi středouším a nosohltanem – vyrovnává tlak ve středoušní dutině s tlakem atmosférickým v nosohltanu.

Vnitřní ucho

Vnitřní ucho se rozprostírá v pyramidě (skalní kosti), je obklopeno tekutinou zvanou perilymfa a skládá se z kostěných dutin a kanálků, které jsou známy pod názvem kostěný labyrint.

Kulaté okénko – vede ze středoušní dutiny do předsíňové části, vyrovnává tlak v hlemýždi.

Oválné okénko – součást středoušních kůstek, naléhá na něj nejmenší z těchto kůstek (třmínek).

Kostěný labyrint – zahrnuje tři základní kostěné struktury a to vestibulum, polokruhovitě kanálky a kostěného hlemýždě.

Blanitý labyrint – rozprostírá se uvnitř labyrintu kostěného, vyplněn tekutinou zvanou endolymfa a skládá se ze dvou částí a to z labyrinthus vestibularis a labyrinthus cochlearis.

Labyrinthus cochlearis – uvnitř tohoto labyrintu se nachází blanitý hlemýžď, na jehož stěně (lamina basilaris) se rozprostírá Cortiho orgán. Tento recepční orgán se skládá ze smyslových (vláskových) a podpůrných buněk. Smyslové buňky Cortiho orgánu patří mezi sekundární smyslové buňky a slouží k přeměňování mechanických podnětů v nervové vzruchy.

Labyrinthus vestibularis – tvořen dvěma váčky zvané sacculus (kulovitý) a utricle (vejčitý), na stěně těchto váček se nachází receptory gravitace (macula statica utriculi a macula statica sacculi).

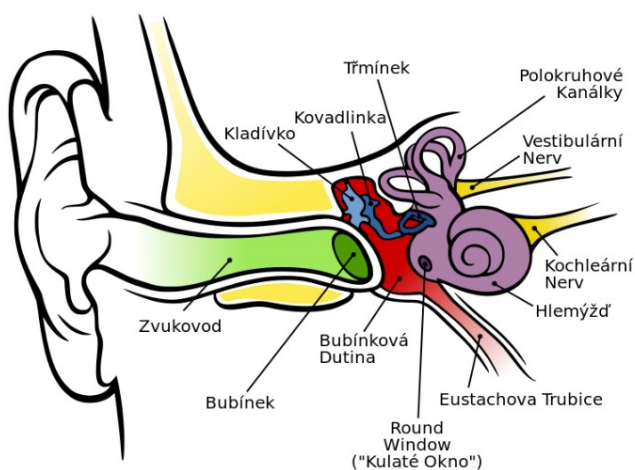
Nervus cochlearis

Nerv, sloužící k přenosu impulsů do mozku.

Nervus vestibularis

Funkcí tohoto nervu je přenos informací z labyrintu do několika částí centrální nervové soustavy. Vede informace o pohybu těla vzhledem k vektoru gravitační síly.

[4][8][15]



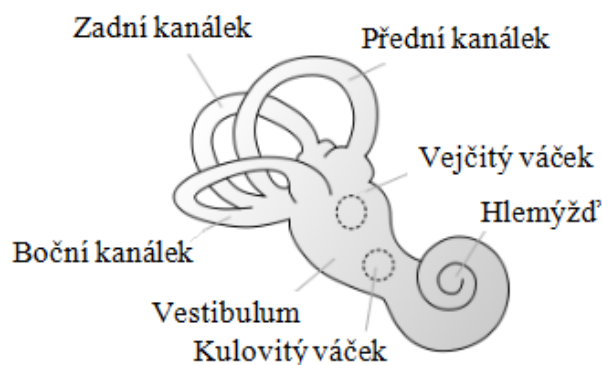
Obrázek 1: Anatomie sluchově – rovnovážného ústrojí [14]

2.2 Fyziologie sluchu

Proces sluchového vnímání začíná zachycením zvuku boltcem, šířením zvukovodem a příchodem zvukových vln na bubínek, jenž je tímto procesem uveden v kmitavý pohyb. Kmity jsou dále přenášeny řetězcem sluchových kůstek až na oválné okénko, které rozechvívá perilymfu. Po rozechvění perilymfy se kmity přenášejí na stěny blanitého hlemýžďe a přes něj dále do endolymfy. Rozechvělá endolymfa vyvolá chvění bazilární membrány, čímž dojde k přenosu chvění na vláskové buňky uložené v Cortiho orgánu. Z Cortiho orgánu jsou informace dále přeneseny sluchovým nervem do mozku. [4].

2.3 Funkce vestibulárního ústrojí

Vestibulární ústrojí kontroluje pohyby těla a jeho polohu (pohyby úhlového a lineárního charakteru). Tyto informace využívá k udržení rovnováhy a úpravě obrazu vnímaného zrakem. Vestibulární ústrojí se svým charakterem řadí mezi velmi citlivé orgány. Z anatomického pohledu obsahuje vestibulární ústrojí dva funkční celky a to polokruhovité kanálky a vāčky (sacculus a utriculus). Kanálky jsou si navzájem kolmé a nacházejí se v nich ampulární krysty, receptory, které reagují na úhlové zrychlení. Pohybem rozproušená endolymfa napíná stěny kanálků a dráždí receptory. Tento akční potenciál je nervovými vlákny přenesen do centrální nervové soustavy, kde je zpracováván. Ve vāčkách se nacházejí smyslové buňky a krystalky soli. Dochází-li k pohybu nebo změně polohy, ekvivalentně se pohybují i krystalky soli, které dráždí vlāsky smyslových buněk a fungujících jako polohová čidla. Těmito receptory udržuje tělo rovnováhu [5].



Obrázek 2: Popis vestibulárního aparátu [14]

3 Poruchy vestibulárního ústrojí

Jakékoli porušení vestibulárního ústrojí může mít velmi závažné následky. Poruchy nejčastěji vznikají traumatem vestibulárního ústrojí, infekcí, nádorem či poruchou cévního zásobení a nemoci centrální nervové soustavy. Subjektivně se poruchy projevují vertigem a objektivně různými tonickými odchylkami.

3.1 Vertigo (závrat')

Patří mezi nejčastější příznaky při poškození vestibulárního ústrojí. Pod tímto pojmem se skrývá porucha rovnováhy, nejistota a špatná orientace v prostoru. Závrat' má mnoho příčin a velice často bývá doprovázená pocity na zvracení, bledostí, pocením, pocity nejistoty či kolísáním.

3.2 Nystagmus

„Pod pojmem nystagmus rozumíme kmity očí konané v určité rovině (druh Ny), určitým směrem (směr Ny), určitou frekvencí, určitou amplitudou, v určitém vztahu ke směru pohledu (Ny I., II., III. stupně)“ [10].

Nystagmus má dva původy vzniku a to původ vestibulární a centrální. U vestibulárního původu rozlišujeme dvě fáze pohybu, fázi pomalou a fázi rychlou. Dále u něj rozlišujeme tři základní charakteristiky a to směr, intenzitu a frekvenci.

Směr – horizontální, vertikální, smíšený.

Intenzita - I. stupeň ve směru rychlé složky,

II. stupeň při přímém pohledu,

III. stupeň trvá ve směru složky pomalé.

Frekvence – počet kmitů za minutu

[10]

3.2.1 Rozdělení nystagmu

Nystagmus vestibulární

Jeho příčinou je porucha v některé z částí vestibulárního ústrojí nebo experimentálním drážděním jeho okolních částí.

Spontánní – porucha v periferní či centrální části. Jeho hlavní význam spočívá ve vyšetřování vestibulárních lézí.

Semispontánní (provokovaný) – porucha v periferní či centrální části, vyvolaná polohou těla.

Experimentální – vzniká galvanickým drážděním vestibulárního ústrojí a nervových vláken, prouděním endolymfy v polokruhovitých kanálcích při pohybech hlavy či kalorickým podnětem.

Nystagmus oční

Spontánní

Semispontánní – vzniká při odchylce očí nad 40 stupňů ve vodorovné rovině.

Experimentální – jedná se o nystagmus optokinetický.

Nystagmus lékový

Vzniká po podání léků – barbiturátů.

[10]

4 Vyšetření vestibulárního ústrojí

4.1 Vyšetření spontánních vestibulospinálních jevů

Zkouška Hautantova

Zkouška Barányho

Zkouška Rombergova

Zkouška Unterberger – Fukudova

Zkouška chůzí

Objektivní vyšetření – Posturografie

Kraniokorpografie

[10]

4.2 Vyšetření vestibulookulárních jevů (vyšetření nystagmu)

Vyšetření prováděná prostým pozorováním očních pohybů jak při očích otevřených, tak i při očích zavřených, kdy se dají pohmatem pod víčky zjistit nystagmické záškuby očí.

Očitým pozorováním - vyšetření pomocí prstu,

vyšetření pomocí Frenzelových či Bartelsových brýlí,

vyšetření pomocí elektronystagmografie.

Nystagmus z potřásání hlavy

Torzní nystagmus

Poziční nystagmu

Dixova – Hallpikova zkouška (polohovací nystagmus)

Kalorické vyšetření

[10]

5 Popis, funkce přístrojů

5.1 ICS Charter 200 VNG/ENG

Jedná se o systém, který využívá video brýlí a elektrod k získání očních pohybů. Jeho velkou výhodou je možnost pořízení videa, které může sloužit k dalšímu využití a zpracování. Pacientovy oči mohou být sledovány jak v reálném čase, tak i na dvou monochromatických monitorech připojených k tomuto systému. Pro vyšetření je možné spustit dva módy záznamu a to videonystagmografický (VNG) a elektronystagmografický (ENG) mód. Před pár lety se vyšetření vestibulárního ústrojí provádělo výhradně za pomoci elektronystagmografie, ale jak už to tak bývá, vědecký pokrok se každým dnem mění a tradiční vyšetřovací ENG metoda byla nahrazena výkonnější a pro pacienta pohodlnější metodou VNG. Tato vyšetřovací technika bývá v dnešní době považována za standard ve vyšetření vestibulárního ústrojí.

ENG (elektronystagmografie)

Elektronystagmografie je metoda, která zaznamenává pohyb očí pomocí elektrod umístěných v jejich oblasti. Slouží k určení mnoha diagnóz a to příčin závratí, narušené funkce rovnovážného aparátu a potvrzení nystagmu. Pro snímání slouží elektrody, které se umísťují do oblasti nad oko, pod oko, k levému očnímu koutku, k pravému očnímu koutku a poslední elektrodou je zemnicí a ta je umístěna na střed čela. Tyto elektrody zaznamenávají pohyb očí, délku a rychlost jejich pohybu. Ke stimulaci se nejčastěji používá dráždění zvukovodu teplou a studenou vodou, popř. se může použít světelných záblesků.

VNG (videonystagmografie)

Jedná se o metodu, která je velmi podobná jako metoda ENG, jen s tím rozdílem, že se při vyšetření namísto elektrod využívají speciální video brýle, které zaznamenávají pohyby očí přímo prostřednictvím infračervených kamer. Jde o nový standard pro testování funkce vnitřního ucha. Videonystagmografie je přesnější a pro vyšetřovanou osobu pohodlnější.

Za pomoci VNG lze provést tyto testy (vyšetření):

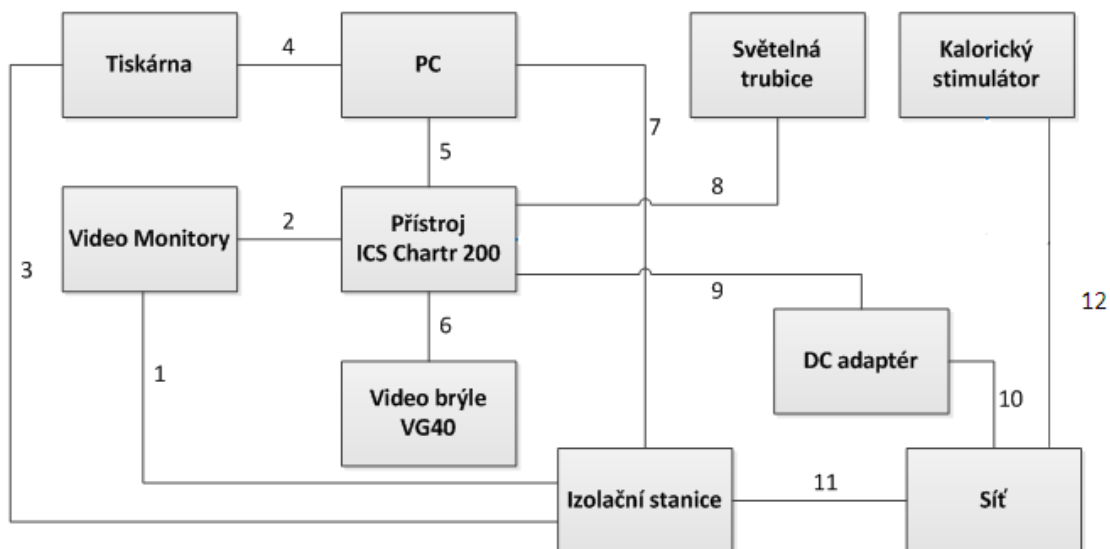
- Sakádový test
- Optokinetický test
- Dix-Hallpikův test
- Kalorický test
- Gaze test
- Tracking test
- Poziční test
- Okan test

[12]

5.1.1 Zapojení ICS Charter 200 VNG/ENG

Základní blokové schéma popisuje elementární myšlenku funkčnosti systému zpracovávající signální odezvu vestibulárního aparátu. Hlavním komponentem celého systému je hardware ICS Chartr 200 od firmy GN Otometrics, který slouží ke zpracování vstupních a výstupních dat.

Daný systém umožňuje realizaci klasických testů pro vyšetření vestibulárního ústrojí a to v podobě videonystagmografického a elektronystagmografického módu. Napájení přístroje je zajištěno adaptérem střídavého síťového napětí na napětí stejnosměrné. AC/DC adaptér je připojen k síťovým zásuvkám. Napájení je dále uskutečněno izolačním oddělovacím transformátorem od firmy GN Otometrics A/S, jenž v tomto zapojení slouží jako bezpečnostní element (galvanické oddělení elektrických obvodů od rozvodné sítě). Každé zdravotnické zařízení musí tento komponent obsahovat a to z důvodu ochrany pacienta před potenciálními elektrickými výboji. K hardwaru ICS Chartr jsou připojeny vstupní a výstupní periferie, mezi vstupní patří: kalorický stimulátor – sloužící k vodní stimulaci vestibulárního aparátu, brýle Video Goggle VG40 – jejich funkcí je záznam očních pohybů při vyšetření vestibulárního aparátu, světelná trubice – patří mezi zařízení stimulující vestibulární aparát, výstupní: video monitory. Nedílnou součástí systému je počítač, který spolupracuje se zařízením ICS Chartr 200 pomocí speciálního softwaru. Tento software slouží k záznamu a zobrazení dat získaných z měření odezvy vestibulárního aparátu pacienta. Software je také synchronizován s externí tiskárnou na které je možné vyexportovat naměřená data v papírové podobě [5].



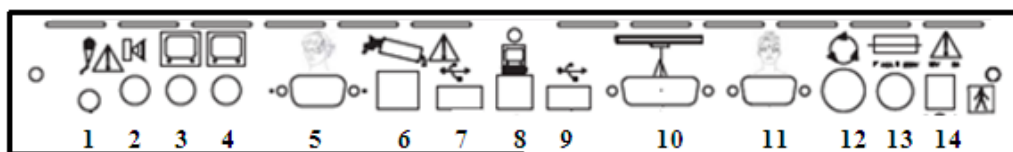
Obrázek 3: Schéma zapojení ICS Chartr 200 VNG/ENG [12]

1. Napájecí vodič vedoucí od video monitorů k izolační stanici
2. Vodič jdoucí z video monitorů do systému ICS Chartr 200
3. Napájecí vodič tiskárny vedoucí k izolační stanici
4. Propojení tiskárny a počítače
5. Propojení počítače s hardwarem ICS Chartr 200
6. Vodič video brýlí, vedoucí k hardwaru ICS Chartr 200
7. Napájecí vodič vedoucí z počítače do izolační stanice
8. Vodič světelné trubice vedoucí do portu hardwaru ICS Chartru 200
9. Napájecí vodič hardwaru ICS Chartr 200 vedoucí ke zdroji stejnosměrného napětí (AC/DC adaptér)
10. Napájecí vodič stejnosměrného proudu vedoucí do rozvodné sítě
11. Propojení izolační stanice s rozvodnou sítí
12. Propojení kalorického stimulátoru s rozvodnou sítí

5.1.2 Konektory ICS Charter 200 VNG/ENG panelu

Před zapnutím přístroje je potřeba připojit jednotlivé periferie, jejichž konektory se nachází na obr. 4. Audio vstup a výstup jsou zajištěny a připojeny k hardwaru pomocí vodiče s konektorem jack 3,5 ". Dalším důležitým připojením jsou speciální video brýle VG40, které slouží k záznamu pomocí videonystagmografie a tzv. patientský kabel, který je k záznamu elektronystagmografickému.

Video brýle VG40 jsou realizovány a připojeny k panelu ICS Chartr 200 kabelem VGA. K zobrazení snímaného záznamu slouží počítač a monochromatické monitory, které jsou taktéž připojeny k hardwaru pomocí datových vodičů. Zdiřky 7 a 9 slouží k připojení univerzální sériové sběrnice, známé jako USB. Napájení ICS Chartru 200 je zajištěno adaptérem střídavého síťového napětí na napětí stejnosměrné. Další důležitou součástí celého systému je kalorický stimulátor, jenž je s celým měřicím systémem synchronizován pomocí přednastaveného časovače.



Obrázek 4: Konektory hardwaru ICS Chartr 200 VNG/ENG [12]

1. Vstup pro zvukový signál
2. Výstup pro zvukový signál
3. Výstup pro video, strana levá
4. Výstup pro video, strana pravá
5. Video brýle VG40
6. Kalorický stimulátor
7. USB
8. PC
9. USB
10. Světelná trubice (tyč)
11. Pacientský kabel (ENG)
12. Zpětná testovací smyčka (Loopback)
13. Pojistka napájení
14. Vstup stejnosměrného proudu (DC)

5.1.3 Technické parametry přístroje

Rozhraní

USB do počítače

Typ přístroje

1068 od GN Otometrics A/S

Napájení

AC/DC adaptér vstup:	100-240 V AC / 50-60 Hz / 700 mA
AC/DC adaptér výstup:	15V DC / 2A

Izolační transformátor

Powertronix izolační stanice od GN Otometrics A/S

Systémové možnosti

Vstup: 2 oči/4 kanály
Vzorkovací frekvence: 60 Hz pro všechny testy

Provozní režim

Doba nabíhání: < 2 min
Režim provozu: nepřetržitý

Provozní prostředí

Teplota: +15°C to + 35°C
Relativní vlhkost: 30 až 90%, nekondenzující
Tlak vzduchu: 600 hPa až 1060 hPa

Rozměry

ICS Chartr 200 (HxWxD): 4.9 cm x 34.2 cm x 28.7 cm
Váha: 2.7 kg

[12]

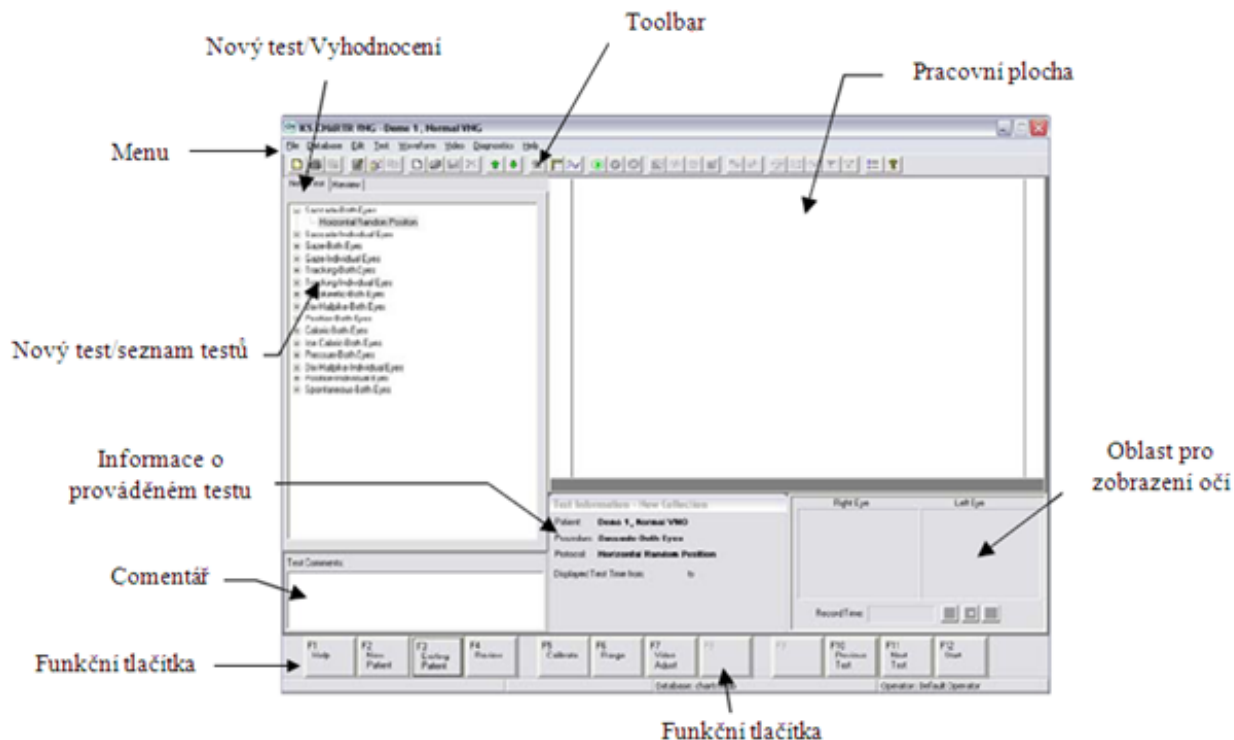
5.1.4 Software ICS Chartr 200 VNG/ENG

Pro správnou funkčnost a kompatibilitu přístroje ICS Chartr 200 VNG/ENG a počítače, je zapotřebí mít v PC nainstalovaný software, jenž byl dodán spolu s hardwarem a PC. Tento software umožňuje uživateli provádět veškerá vyšetření vestibulárního aparátu prostřednictvím jediného intuitivního uživatelského rozhraní. Program je spouštěn na základě operačního systému Windows. Po nainstalování programu a následném otevření se na obrazovce přímo zobrazí hlavní okno, které uživateli poskytuje veškeré potřebné informace. V hlavním okně jsou prováděny veškeré zkušební, testovací a analyzující činnosti. Po kliknutí na ikonu uvedenou na obr. 5 dojde k zobrazení hlavního pracovního okna [1][12].



Obrázek 5: Ikona ICS Chartr VNG [12]

Hlavní okno



Obrázek 6: Hlavní okno [12]

Komponenty hlavního okna

MENU

Patří mezi důležité součásti hlavního okna. Samotné menu se nachází nad lištou nástrojů toolbar a obsahuje složky potřebné k realizaci prováděných testů. Skládá se z file menu, database menu, edit menu, test menu, waveform menu, video menu, diagnostic menu, interpreter menu a help menu.

FILE MENU (SOUBOR)

Slouží k zobrazení informací o již existujících, evidovaných pacientech, také k vytvoření a zaevidování dat o pacientech nových. Mezi další funkce soubor menu patří možnost nastavení tisku a samotný tisk změřených a zanalyzovaných výsledků pacienta.

Tabulka 1: Obsah záložky File menu

FILE	
New Patient	Evidence nového pacienta
Existing Patient	Zobrazení dialogového okna pro výběr pacienta
Close Patient	Ukončení dialogového okna pacient
Report Layout	Zobrazení přehledového dialogového okna
Printer Setup	Zobrazení dialogového okna o možnostech a nastavení tisku
Printer Report	Zpráva tisku
Print Waveform	Tisk aktuálních výsledků (křivek) pacienta
Exit	Ukončení programu

EDIT MENU

Hlavní funkce edit menu spočívá v konfiguraci hardwaru, softwaru a k nastavení formátu zpráv.

Tabulka 2: Obsah záložky Edit menu

EDIT	
Patient Info	Zobrazení dialogového okna vybraného pacienta
Patient Report	Úprava výsledků testů pacienta
Mark Report Complete	Označení pacienta s kompletní zprávou
Operator Info	Zobrazení dialogového okna pro úpravu informací o provozovateli
Switch Operator	Výběr operátora (provozovatele)
Reffering Physicians	Zobrazení dialogového okna pro výběr či úpravy informací o lékařích. Přidání lékaře nového.
Reffering Facilities	Zobrazení dialogového okna pro výběr, úpravu či přidání nového zařízení

DATABASE MENU

Tato nabídka umožňuje provádění funkcí spojených s databází pacientů. Obsahuje aktuální databázi, umožňující zobrazení informací o pacientovi, export stávajících dat pacienta z databáze na pevný disk a import informací o pacientovi z pevného disku do databáze. A v neposlední řadě je v této záložce zahrnuto vytváření archivu z databáze a spouštění databáze nové.

Tabulka 3: Obsah záložky Database menu

DATABASE	
Open Main Database	Otevření aktuální databáze a zobrazení záznamů o pacientech
Open Archive/Export Database	Otevření archivu nebo již dříve exportovaných záznamů o pacientech
Open Floppy Disk Patient	Otevření databázového souboru o pacientech z diskety
Export Patient to Database	Zkopírování záznamů pacienta z databáze na pevný disk
Import Patients from Database	Zkopírování a přenesení informací z pevného disku do databáze
Export Patient to Floppy Disk	Export informací o pacientovi z databáze na disketu
Import Patients from Floppy Disk	Přenesení informací o pacientovi do databáze
Archive and Start New Database	Vytvoření archivu z aktuální databáze a spuštění databáze nové
Convert Database to Latest Version	Aktualizace databáze

TEST MENU

Položky, které se nachází v záložce test menu, jsou k dispozici při probíhajícím testu a následné analýze vykonaného vyšetření. Mění se v závislosti na činnosti, která právě probíhá. Mezi nejdůležitější položky tohoto menu patří kalibrace, analýza naměřeného signálu, spuštění nového testu a záložka sloužící k návratu k testu předchozímu.

Tabulka 4: Obsah záložky Test menu

TEST	
Calibrate	Zobrazení dialogového okna kalibrace, začátek kalibrace
Review Calibration	Zobrazení již uložených kalibrací
Analysis	Analýza aktuálně prováděného testu
Next Test	Přístup k protokolu nového testu
Previous Test	Návrat k předešlému testu
Rename Test	Přejmenování názvu testu
Move to Session	Sloučit test jedné relace do druhé relace
Delete Test	Smazání vybraného testu. Trvalé odstranění všech dostupných údajů vybraného testu z databáze.

WAVEFORM MENU

Obsah této záložky se týká samotného průběhu signálu. Slouží k nastavení různých parametrů průběhu křivky, jako jsou: zaostření, překrytí křivky, ukázka průběhu. K neméně důležitým součástem tohoto menu patří vypnutí či zapnutí filtru při měření signálu.

Tabulka 5: Obsah záložky Waveform menu

WAVEFORM	
Filter/Unfilter	Použití filtru v probíhajícím testu/vypnutí filtru v probíhajícím testu
Overlap	Překrytí křivek průběhu
Spread	Rovnoměrné rozložení křivek
Hide Waveform	Skrytí křivky průběhu signálu
Show Waveform	Zobrazení průběhu při probíhajícím testu
Copy Waveform	Zkopírování průběhu signálu
Wave Text	Komentář průběhu signálu

ANALYSIS MENU

Záložka, v níž se nachází položky pro analýzu naměřeného signálu.

Tabulka 6: Obsah záložky Analysis menu

ANALYSIS	
Set Baseline	Nastavení základní linie grafu (pouze u kalorických testů)
Save	Uložení výsledků do databáze
Cancel	Ukončení analýzy (bez uložení naměřených dat)
Display SPV Graph	Zobrazení SPV měření (pouze u kalorických testů)
Display PODS	Zobrazení výsledků SPV (body kalorického grafu)
Locate Peak SPV	Automatické vyhledávání vrcholu SPV
Set Peak SPV	Nastavení vrcholu SPV
Next Beat	Zobrazení dalšího beatu (rytmu)
Previous Beat	Zobrazení předchozího beatu (rytmu)
Insert Beat	Vložení nystagmického beatu (rytmu)
Delete Beat	Vymazání nystagmického beatu (rytmu)
Reanalyze	Zopakování měření
Remove All Beats	Odstranění všech beatů (rytmů) v analýze SPV
Delete Analysis	Vymazání analýzy z databáze
Baseline Down	Přesunutí základní linie grafu směrem dolů
Baseline Up	Přesunutí základní linie grafu směrem nahoru

VIDEO MENU

Slouží k provozování a nastavování funkce videa.

Tabulka 7: Obsah záložky Video menu

VIDEO	
Video Adjust	Zobrazení dialogového okna Video Adjustments – nastavení video záznamu

SIGNAL MENU

V této záložce se nachází metody pro úpravu signálu.

Tabulka 8: Obsah záložky Signal menu

SIGNAL	
Enlarge	Zvětšení křivky měřeného průběhu
Shrink	Zmenšení křivky měřeného průběhu
Up	Posunutí křivky měřeného průběhu nahoru
Down	Posunutí křivky měřeného průběhu dolů

INTERPRETER MENU

Interpreter menu je k dispozici pouze pro kalorické testy a testy poziční. Při hodnocení výsledků se aktivuje tzv. asistenční funkce, která analyzuje výsledky kalorických a pozičních testů. Na závěr lékaři interpretuje výsledky ve formě textu, čímž pomáhá při posouzení výsledků vyšetření.

Tabulka 9: Obsah záložky Interpreter menu

INTERPRETER	
Cutoff Values	Výběr hodnot pro parametry používané pro Interpretačního asistenta
Interpret Tests	Výklad výsledků testů

DIAGNOSTIC MENU

Nabídka záložky diagnostika je důležitá pouze v případě, pokud došlo k nějakému chybovému hlášení. Slouží k pomoci při řešení problému s hardwarem systému a k hodnocení chybového hlášení systému. Hlavní problém, při kterém je potřeba použít záložku diagnostic menu je nezobrazení se vybraného pacienta pro provádění testování.

HELP MENU (NÁPOVĚDA)

Slouží k zobrazení informací o přístroji ICS Chartr 200 a samotného manuálu přístroje.

Tabulka 10: Obsah záložky Help menu

HELP	
Contents	Otevření manuálu ISC Chartr 200
About	Zobrazení dialogového okna o ICS Chartr 200 (software...)









[12]

TOOLBAR (NÁSTROJOVÁ LIŠTA)

Nástrojová lišta obsahuje ikony, které reprezentují zkratky tlačítek, sloužících k záznamu, zpracování, úpravě a tisku měřeného signálu.

Tabulka 11: Toolbar

	Nastavení a volba písma
	Zobrazení dialogového okna pro nastavení tiskárny
	Tisk výsledků
	Tisk průběhu snímání, analýzy, kalibrace
	Zobrazení informací o pacientovi
	Zobrazení textových zpráv
	Označení pacienta s kompletními výsledky
	Zobrazení informací o novém pacientovi
	Zobrazení již existujících pacientů
	Uložení aktuálního průběhu záznamu
	Ukončení aktuální kalibrace nebo probíhajícího testu
	Přechod na předchozí položku (např. test, kanál...)
	Přechod na další položku (např. test, kanál...)
	Zobrazení dialogového okna „úprava videa“
	Zobrazení rozsahu okna (pracovní plochy)
	Zobrazení okna pro kalibraci
	Spuštění testu nebo kalibrace
	Potvrzení aktuální kalibrace či výchozího bodu (baseline)

	Zastavení nebo zavření aktuálního testu, kalibrace či analýzy
	Analýza testu
	Vyhledání maximální hodnoty SPV (pomalá fázová rychlost)
	Zobrazení výsledků kalorické zkoušky
	Spuštění interpretačního asistenta
	Výběr a zobrazení očí, které mají být testovány a vyhodnocovány
	Zobrazení středu průběhu signálu
	Roztáhnutí průběhů od sebe
	Překrytí průběhů signálů
	Výběr pro zkopírování průběhů
	Spuštění dolnoproustního filtru v průběhu signálů
	Zobrazení okna „možnosti systému“
	Zobrazení manuálu

[12]

FUNKČNÍ TLAČÍTKA

Funkční tlačítka slouží k rychlému přístupu a ovládání během testování a analýzy. Jejich funkce se mění v závislosti na prováděné činnosti.

Tabulka 12: Funkční tlačítka

F1	Help	Zobrazení nápovědy
F2	New Patient	Evidence nového pacienta
F3	Existing Patient	Zobrazení dialogového okna pro výběr již evidovaného pacienta
F4	Rewiev	Přezkum, posouzení výsledků
F5	Calibrate	Zobrazení dialogového okna kalibrace, začátek kalibrace
F6	Range	Zobrazení dialogového okna se vzdáleností pacienta od světelné trubice
F7	Video Adjust	Nastavení videozáznamu
F10	Previous Text	Návrat k předešlému testu
F11	Next Test	Přístup k protokolu nového testu
F12	Start	Spuštění testu

[12]

Nový test/seznam testů

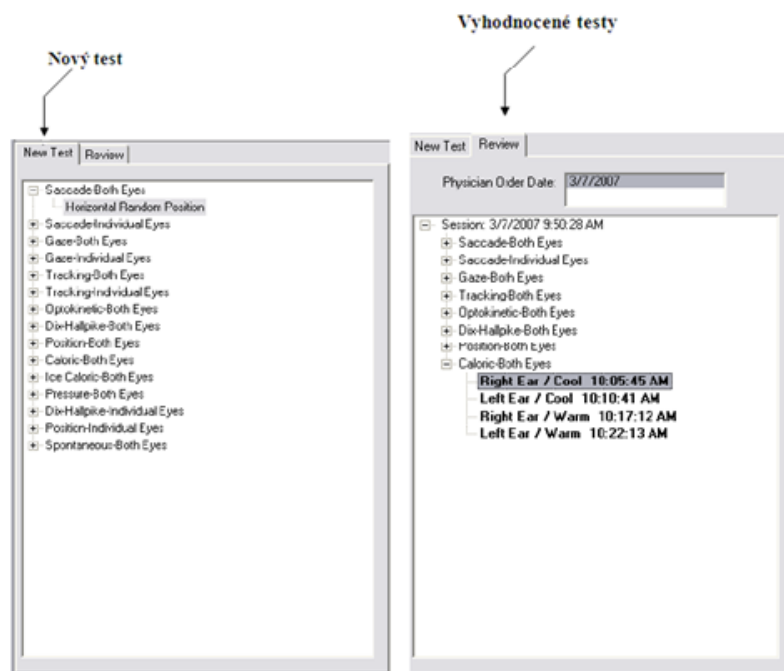
Zobrazuje seznam nových testů či seznam testů, které již proběhly (vyhodnocených).

Nový test/vyhodnocení

V této liště se dá přepínat mezi režimem testování a režimem vyhodnocení (ukončené test).

Při klepnutí na záložku New Test se zobrazí tabulka s přehledem všech dostupných testů.

Po kliknutí na záložku Review dojde k zobrazení tabulky se seznamem testů. Pro výběr proběhnutého, vyhodnoceného testu slouží symbol +. Prostřednictvím tohoto symbolu se vybraný (primární) test zobrazí tučně a následným dvojklikem myši dojde k jeho zobrazení na pracovní ploše.



Obrázek 7: Nový test a vyhodnocení testu [12]

Pracovní plocha

Slouží k zobrazení snímaného signálu, reprezentujícího pohyby očí.

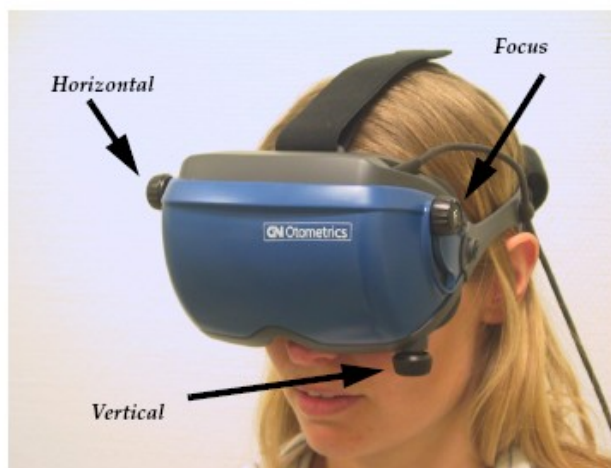
[12]

5.2 VG40 Video Goggle

Video brýle sloužící ke sledování a snímání očních pohybů. Jsou v nich nainstalovány dvě infračervené kamery, které slouží k nahrávání jen jednoho oka (monokulární záznam) nebo obou očí (binokulární záznam).

Video brýle, jak je uvedeno výše, obsahují dvě infračervené kamery, které jsou umístěny nad každým okem, což znamená vlevo a vpravo nahoře. Dále se na nich nachází dvě LED diody umístěné pod očima (každá na jedné straně), šest LED diod umístěných nad očima a v neposlední řadě se na video brýlích nachází infračervené diachronické zrcátko. LED diody slouží k řádnému osvětlení každého oka a svým rozložením umožňují snímání a zaznamenání očních pohybů i v případě zavřeného krytu brýlí.

Samotný záznam je realizován odklonem obrazu od infračerveného zrcadla, jenž zachytí kamery umístěné ve video brýlích. Videozáznam je následně vyslán do počítače k dalšímu zpracování [5][13].



Obrázek 8: Video Goggle VG40 [13]

Horizontal - Slouží k přesouvání kamery do vodorovné polohy tak, aby se nacházel obraz uprostřed obou očí.

Vertical - Otáčivé kolečko pro nastavení svislé (kolmé) polohy videokamer.

Focus - otáčivé kolečko sloužící k zaostření obrazu obou kamer

[13]

5.2.1 Technické parametry přístroje

Typ přístroje

VG40 od GN Otometrics A/S typ 1047

Rozměry

VG40 (h x w x d):	12 x 18 x 12 cm
Váha:	320 g

Videokamera

Počet kamer:	2
Výstupní signál:	monochromatický NTSC
Horizontální rozlišení:	320 pixels
Vertikální rozlišení:	240 pixels
Snímková frekvence:	60 Hz

Napájení

Napájecí napětí:	12 V
Spotřeba energie:	2,5 W

Laser/LED

Produkty:	třída 1 LED
Maximálně měřený LED výstup:	470 μ W
Infračervená vlnová délka:	950 nm

Provozní prostředí

Provozní teplota okolí:	0 až + 40 °C
Relativní vlhkost prostředí:	nad 80 %

[13]

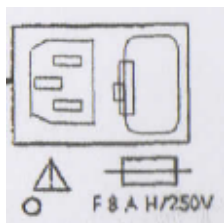
5.3 Kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II

Vodní kalorický stimulátor je klíčovou stimulační jednotkou, která slouží k bezpečnému a snadnému testování reakce vestibulárního ústrojí po podráždění zvukovodu teplou a studenou vodou.

5.3.1 Propojení přístroje

Elektrické připojení

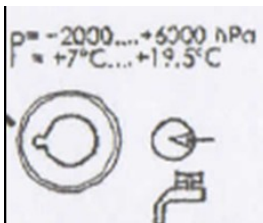
Vodní kalorický stimulátor smí být provozován pouze v řádně instalované síťové zásuvce spolu s funkčním ochranným vodičem.



Obrázek 9: Připojení pro síťový kabel s integrovaným držákem pojistek [11]

Vodní připojení

Vodní propojení je zajišťováno pomocí přívodní hadice, která je napojena na vodovodní řád. Dále je také potřeba zajistit vypuštění vody, což je realizováno pomocí výpustní hadice, jejíž uzávěr musí být vyústěn do odpadu.



Obrázek 10: Konektor pro přívodní hadici [11]

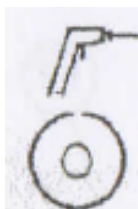


Obrázek 11: Připojení výpustní hadice [11]

Připojení sondy

Propojení je realizováno dvojitou hadicí a upevněno v kalorimetru převlečnou maticí.

[11]



Obrázek 12: Konektor pro dvojitou hadici sondy [11]

5.3.2 Technické parametry přístroje

Typ přístroje

HORTMANN Aquamatic II

Napájení, příkon, tlak

Napájení:	220 – 240 V, 50/60 Hz
Příkon:	1500 W
Pracovní tlak:	min: + 2000 Pa max: + 6000 Pa

Teplotní rozsah

Rozsah teplot:	20 – 47 °C
Teplotní přesnost:	± 0.5 °C

Stimulace a průtok

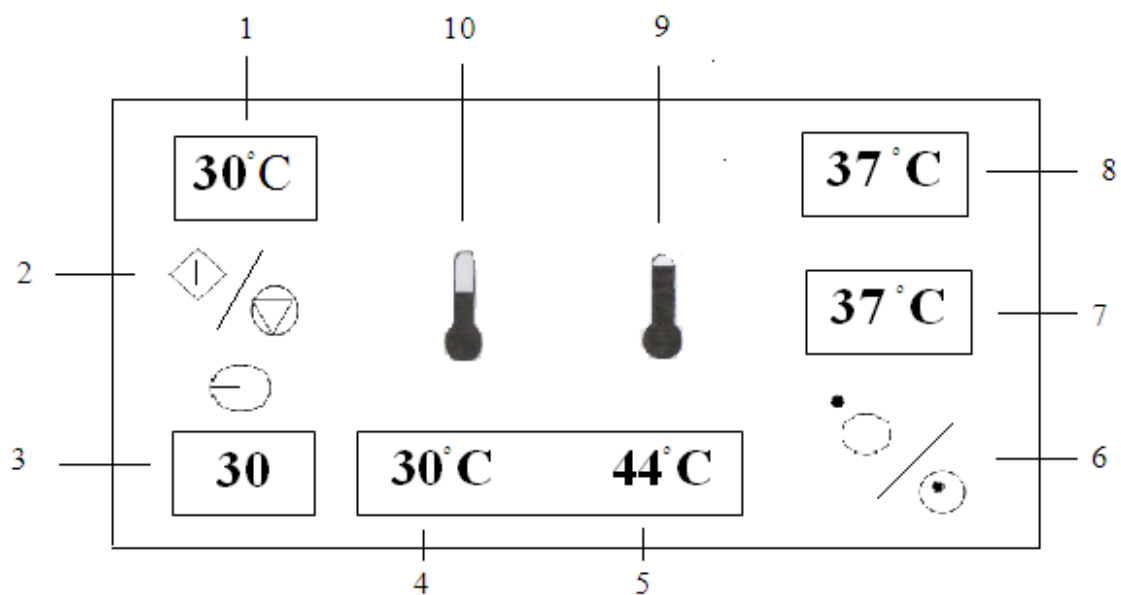
Doba stimulace:	0 – 99 vteřin
Průtok vody:	450 ml/min ve vyplachovacím módu 150 ml/min ve stimulačním módu

Rozměry

HORTMANN Aquamatic II (v x š x h):	150 x 300 x 460 mm
Váha:	cca 6,5 Kg (bez hadic)

[11]

5.3.3 Přední panel kalorického stimulátoru



Obrázek 13: Přední panel kalorického stimulátoru [11]

1. Displej doby trvání stimulace
2. Tlačítko pro spuštění a zastavení stimulace
3. Tlačítko na volbu doby stimulace
4. Tlačítko na nastavení hodnoty studené vody
5. Tlačítko na nastavení hodnoty teplé vody
6. Tlačítko na zapínání či vypínání ohřevu/průtok
7. Tlačítko – vyplachovací mód o hodnotě 37°C
8. Displej teploty vody
9. Tlačítko pro teplou stimulaci (44°C)
10. Tlačítko pro studenou stimulaci (30°C)

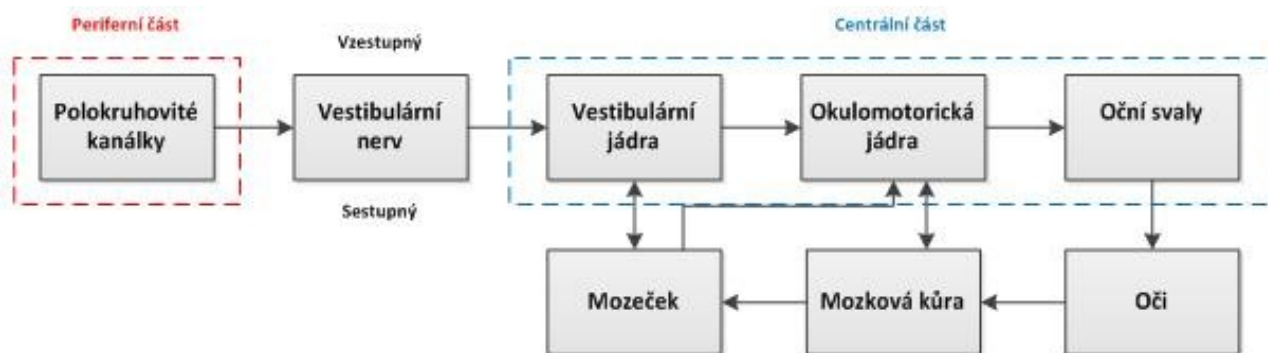
6 Kalorický test

6.1 Princip záznamu

Kalorické vyšetření je prováděno pomocí metody zvané videonystagografie, která slouží k záznamu jak normálních očních pohybů, tak i pohybů mimovolních.

Samotné vyšetření je založeno na termální stimulaci vestibulárního ústrojí. Výstup receptorů vestibulárních kanálků má vliv na aktivitu okohybných svalů. Tudiž, termální stimulace, která je v tomto vyšetření využívána, podráždí boční polokruhovitý kanálek a tím dojde k přenesení podráždění na okulomotorický systém. Tento systém na základě přijímaných signálů z vestibulárního ústrojí provádí nápravu postavení očí vzhledem k poloze těla a hlavy. Jde o kontrolní mechanismus očních pohybů. Při porušení vestibulárního aparátu dochází ke špatnému či chybnému zpracování signálu i u systému okulomotorického.

Záznam změn po podráždění je zaznamenán pomocí video brýlí, které snímají každý oční pohyb, v našem případě nystagmus, vyvolaný termálním drážděním kanálku vestibulárního aparátu. Vzniká tak vlnový průběh o určitém kmitočtu a amplitudě, jenž odpovídá daným pohybům a reakcím na termální podráždění vestibulárního ústrojí [5].



Obrázek 14: Schéma vestibulookulárních drah [3]

6.2 Zapojení systému ICS Charter 200 VNG/ENG pro kalorickou zkoušku

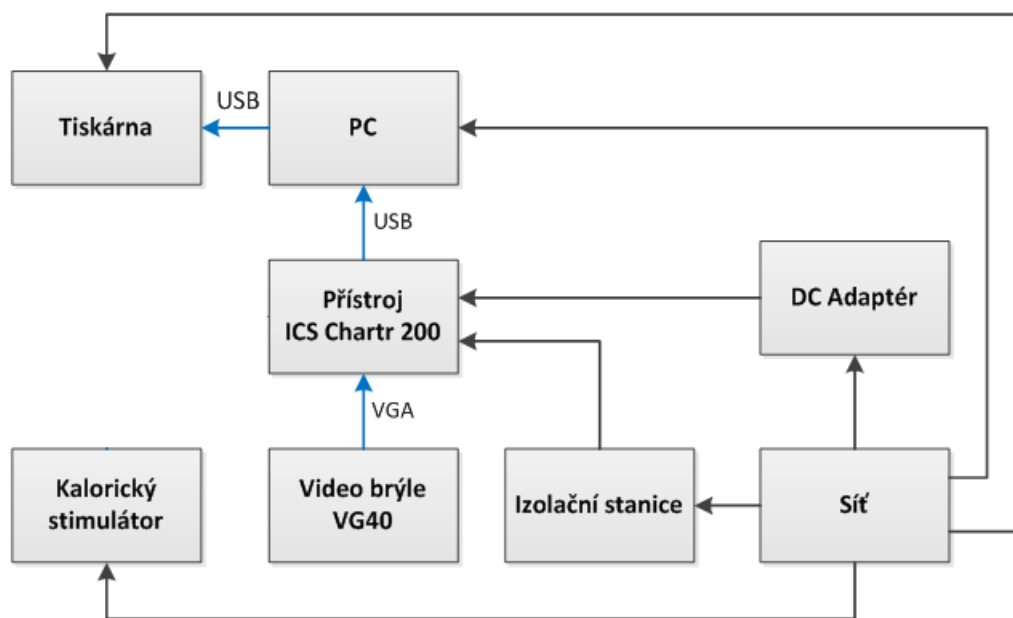
Blokové schéma nacházející se na obr. 15., je zapojení systému ICS Chartr 200 určené k vyšetření rovnovážného aparátu pomocí kalorického testu. Hlavním elementem zapojení je hardware ICS Chartr 200. Tento hardware je vstupní a výstupní jednotkou jednotlivých komponentů k němu připojených. Mezi hlavní zařízení, která jsou připojena k hlavnímu elementu, patří: video brýle VG40, počítač a kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II.

Samotný proces záznamu začíná snímáním očních pohybů za pomoci speciálních video brýlí. Tyto brýle jsou připojeny datovým kabelem VGA k hlavnímu komponentu ICS Chartr 200, čímž je zajištěn přenos jednotlivých dat při snímání očních pohybů.

Hardware ICS Chartr zpracovává přijatý signál a po datových vodičích v USB kabelu jej přenese do počítače k němu připojenému. Nejdůležitější součástí počítače je nainstalovaný speciální software, který slouží ke zpracování a následnému vyhodnocení naměřených dat.

Dalším prvkem systému je kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II, který stojí na začátku celého testování. Jedná se o samostatnou jednotku, která je s celým systémem synchronizována pomocí přednastaveného časovače.

Podstatou celého systému je správná kompatibilita přístrojů, softwaru a jejich správné propojení dle řádných a k tomu určených vodičů. Výstupním zařízením je v tomto zapojení tiskárna, která je propojena USB kabelem s počítačem.



Obrázek 15: Schéma zapojení pro kalorickou zkoušku

6.3 Nastavení přístrojů a kalibrace

Před začátkem každého vyšetření je nejen důležitá příprava pacienta na vyšetření, ale také příprava přístroje na měření a kalibrace.

6.3.1 Kalibrace

Kalibraci není potřebné provádět před každým vyšetřením, pokud ovšem nedojde k přemístění (pohybu) nastavených kamer ve video brýlích VG40.

Sinusová kalibrace, kterou využívá přístroj ICS Chartr 200 VNG, je plně automatizovaný proces. V reálném čase, zatímco pacient sleduje světelný impuls, systém automaticky nastaví zesílení vstupního signálu oka tak, aby odpovídal signálu kalibračnímu. Samotná kalibrace je závislá na vzdálenosti kamery od očí. Jedná se tedy o převod mezi pohyby konanými okem a měřenými veličinami [12].

6.3.2 Kalorický stimulátor

Samostatná jednotka, která stojí na začátku celého testování. S měřicím řetězcem je synchronizována pomocí časovače, jenž je nastavován přímo na kalorickém stimulátoru.

Příprava na vyplachování

Celý proces začíná správným upevnění sondy do držáku přístroje a to aplikátorem (nástavec) vody do uší směrem dozadu. Po korektním upevnění je možné přístroj zapnout. Ihned po zapnutí proběhne automatický test displeje a následně se aktivuje dekontaminační mód, který probíhá po dobu pěti minut. Po uplynutí dekontaminace je automaticky spuštěn mód výpachu o hodnotě 37°C.

Nastavení teploty vody

K nastavení teploty slouží tlačítka 4 a 5 viz. obr. 13, přední panel kalorického stimulátoru. Pro kalorickou stimulaci se používají tyto hodnoty teplot, 30°C pro studenou stimulaci a 44°C pro stimulaci teplou. Pro běžné nastavení se ještě používá tzv.vyplachovací mód, při kterém je pevně nastavená hodnota 37°C.

Nastavení doby stimulace

Doba stimulace se nastavuje pomocí tlačítka 3 na předním panelu přístroje a to v rozmezí hodnot od 0 až po 99 sekund. Pro účely našeho měření je nastavena doba výplachu na 30 sekund.

[11]

6.3.3 PC – software

Před zahájením práce je nutné ujistit se, zda je v počítači správně nainstalován speciální software a zda je počítač připojen k hardwaru ICS Chartr pomocí USB vodiče.

6.3.4 Video brýle

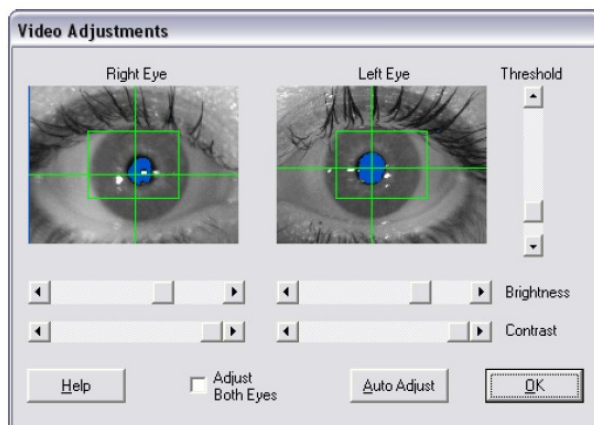
Video brýle VG40 komunikují s hardwarem ICS Chartr pomocí datového kabelu VGA. Uživatel by měl před samotným měřením zkontrolovat a přesvědčit se, zda přístroje spolu řádně komunikují a dle stanovených podmínek správně vyhodnocují vstupní parametry. Pokud jsou zjištěny a nalezeny jakékoli nepřesnosti, je potřeba tento problém odstranit a zajistit správné nastavení.

Umístění a nastavení video brýlí

Každá vyšetřovaná osoba je svým způsobem jiná a individuální, je proto nutné zajistit, aby video brýle byly správně nasazeny, upevněny a pokud možno nijak neomezovaly pacienta. Po nasezení brýlí na hlavu je potřeba docílit řádného nastavení a zaostření očí, které je možné zajistit pomocí třech otočných tlačítek Horizontal, Vertical, Focus. Je potřebné, aby obě oči byly co nejbližší středu video brýlí a dále je nutné zajistit, aby byly obě oči ve stejné horizontální rovině.

Nastavení videa

Nastavení je možné provést v počítači a to následovně v záložce: VIDEO > VIDEO ADJUST. Při tomto postupu dojde k zobrazení dialogového okna video adjustments, díky kterému je možné korektně nastavit a doladit zobrazované. Jelikož je možné realizovat jak monokulární, tak i binokulární záznam, je tedy důležité nastavit jednotlivé parametry pro každé oko zvlášť nebo při zakliknutí záložky Adjust Both Eyes se nastaví obě oči zároveň. V první řadě je potřeba zkontrolovat správné umístění zornic, které musí být umístěny ve stejné horizontální rovině. Pokud tomu naše nastavení neodpovídá, je tedy potřebné přenastavit jednotlivé složky, viz. obr. 16 a tab. 13. [12].



Obrázek 16: Nastavení video záznamu [12]

Tabulka 13: Položky pro nastavení video záznamu [12]

Threshold	Prahová hodnota záznamu
Contrast	Nastavení kontrastu
Brightness	Nastavení jasu
Auto Adjust	Automatické nastavení
Adjust Both Eyes	Nastavení obou očí zároveň

6.4 Příprava a evidence pacienta na vyšetření

1. Kontrola správnosti nastavení přístrojů.
2. Poučení pacienta o probíhající vyšetření.
3. Uložení pacienta do požadované polohy a nasazení video brýlí VG40.
4. Spuštění programu ICS Chartr VNG.

Po spuštění již zmíněného programu ICS Chartr VNG se na pracovní ploše zobrazí databáze již zaevidovaných pacientů. Pokud ovšem vyšetřujeme pacienta nového, je potřebné jej nejprve zaevidovat a to přes záložku: FILE MENU > New Patient. Bez řádného zaevidování pacienta by dané vyšetření nebylo možné realizovat.

Po zaevidování pacienta či vybrání již zaevidovaného pacienta se na ploše zobrazí hlavní pracovní prostředí, se kterým budeme nadále pracovat. V dalším kroku je potřebné zajistit správné nastavení videa a to přes záložku Video Adjustments, kde se nastavují jednotlivé parametry související s korektním nastavením snímání očních pohybů, viz. obr. 16, nastavení video záznamu. Splněním těchto jednoduchých kroků, můžeme přistoupit k samotnému měření.

6.5 Průběh kalorického vyšetření

Kalorické vyšetření je nefyziologické, experimentální testování vestibulárního ústrojí, při němž získáváme výsledek dráždivosti rovnovážného aparátu každého z obou labyrintů zvlášť.

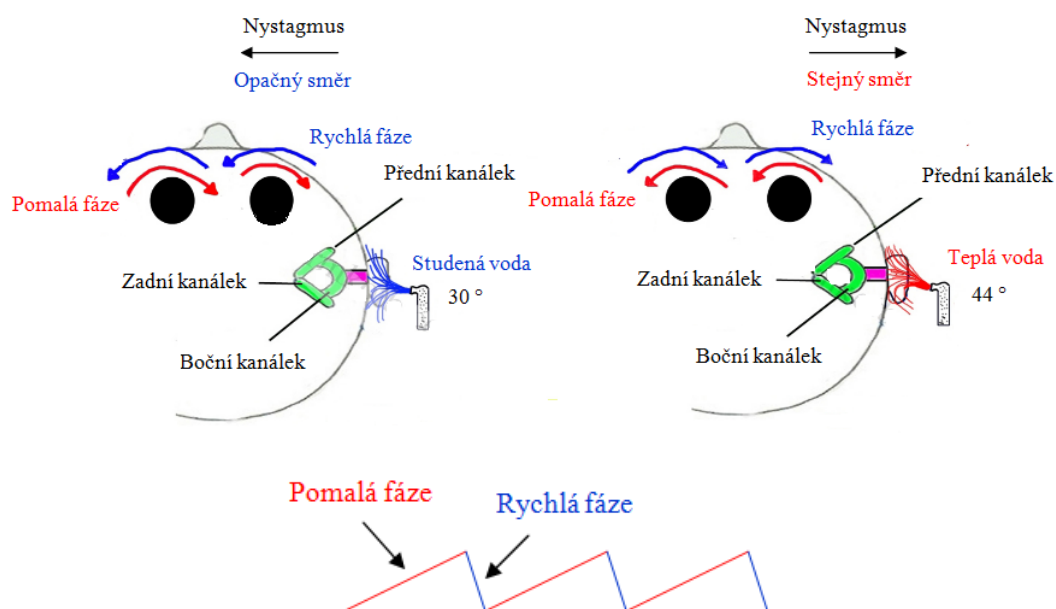
Dané vyšetření se provádí pomocí speciálních brýlí Video Goggle VG40, které má testovaná osoba na očích po dobu měření. Při tomto měření leží vyšetřovaná osoba v poloze naznak s hlavou v předklonu 30 stupňů, díky čemuž je boční polokruhovitý kanálek ve vertikální poloze. Ke kalorizaci se používá teplá a studená voda v hodnotách 44°C a 30°C.



Obrázek 17: Poloha pacienta při Kalorickém vyšetření [16]

Nejprve vyšetřujeme pravé ucho teplou vodou, dále levé ucho teplou vodou a následně teplou vodu vyměníme za studenou. Studenou vodu nejprve aplikujeme do ucha levého a až následně do ucha pravého.

Samotný průplach každého z uší trvá 30 sekund, po dalších cca 15 sekundách se v břílích objeví červená tečka (fixační index), kterou je potřeba bedlivě sledovat a to po dobu 5 minut. Celý tento postup se provádí u každého z uší. K utlumení bočního polokruhovitého kanálku dochází studenou vodou a k jeho podráždění dochází vlivem vody teplé. Působením vody studené tak i teplé v uchu, dochází k vyvolání dvou druhů nystagmů a to nystagmu kontralaterálního směru a nystagmu ipsilaterálního směru.



Obrázek 18: Vyvolání nystagmu [6]

6.6 Nastavené (hraniční) hodnoty kalorického vyšetření (výchozí nastavení)

Tabulka 14: Nastavené hodnoty kalorického vyšetření [12]

	Hodnota
Bilateral Weakness	12 deg/sec
Hyperactivity	140 deg/sec
Abnormal Baseline Shift	6 deg/sec
Unilateral Weakness	25%
Gain Asymmetry	25%

Bilateral Weakness - je přítomna v případě, že je celková odpověď z obou uší nižší než hodnota nastavená.

Hyperactivity - objevuje se v případech, kdy celková odpověď z jednoho či druhého ucha převyšuje hodnotu nastavenou.

Abnormal Baseline Shift - je abnormální v případě, když naměřené hodnoty převýší hodnoty nastavené.

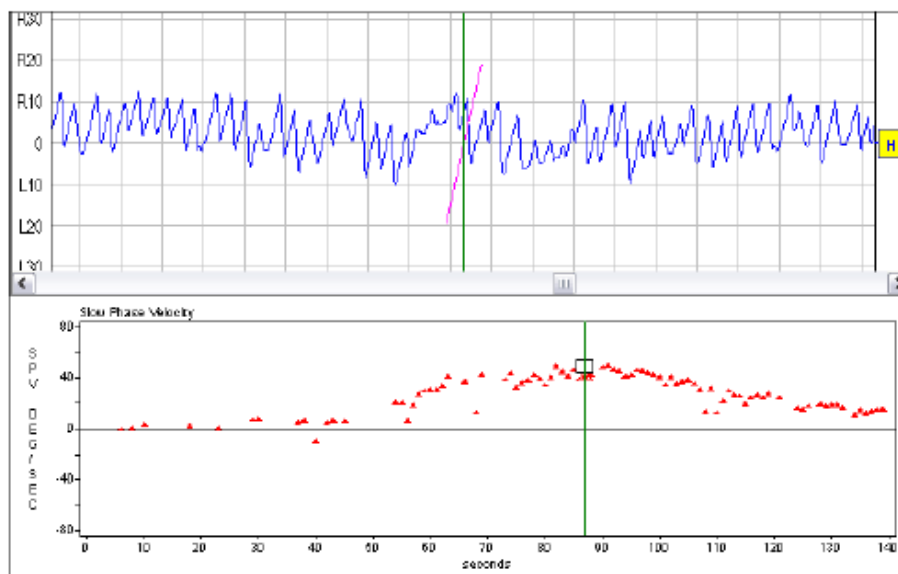
Unilateral Weakness - je přítomna v případě, když rozdílná odpověď mezi levým a pravým uchem převyšuje stanovené hodnoty.

Gain Asymmetry - objevuje se v případech, kdy rozdílná odpověď mezi pravostraným rytmem a levostraným rytmem převyšuje stanovené hodnoty.

[12]

6.7 Atributy kalorického grafu

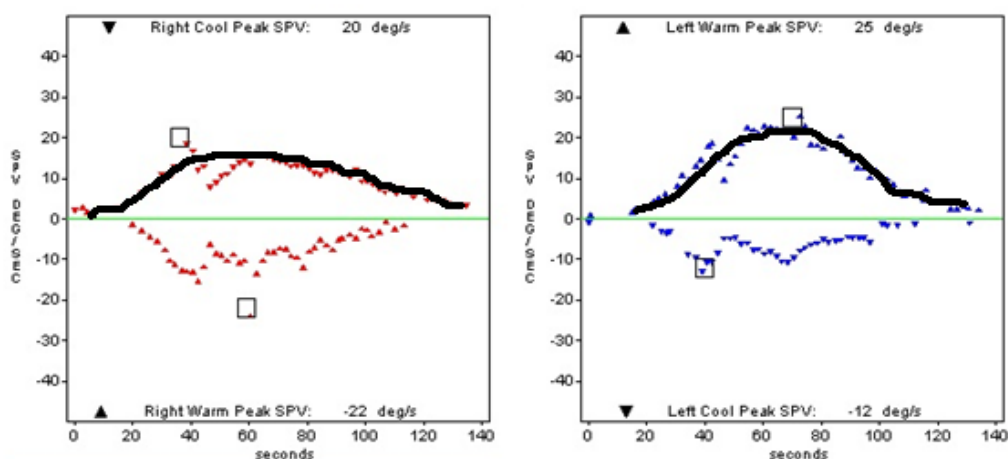
1. Snímaná data a body kalorického grafu



Obrázek 19: Snímaná data a body kalorického grafu [12]

Horní polovina obrázku zobrazuje vstupní naměřená data. Dolní polovina zobrazuje data po zpracování systémem (po přepočtu). Ze základního signálu si systém spočítá všechny nystagmické rytmy (kmity modré křivky). Zjistí po vteřinách frekvence kmitů a tyto frekvence zobrazí v 140 sekundové výšce (dolní polovina grafu). Pokud systém některé kmity nezapočítá je možné je přidat ručně. Y-osa reprezentuje četnosti peaku SPV v daném časovém úseku [12].

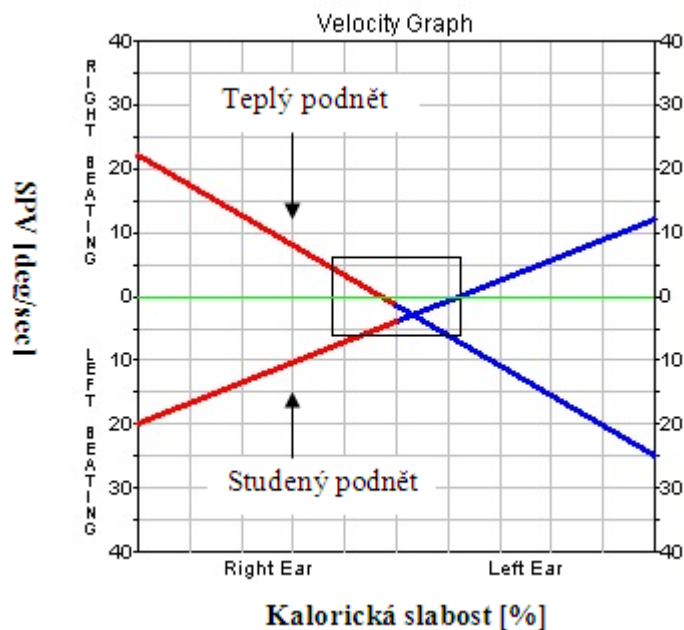
2. Data přepočtená systémem (body kalorického grafu)



Obrázek 20: Body kalorického grafu [12]

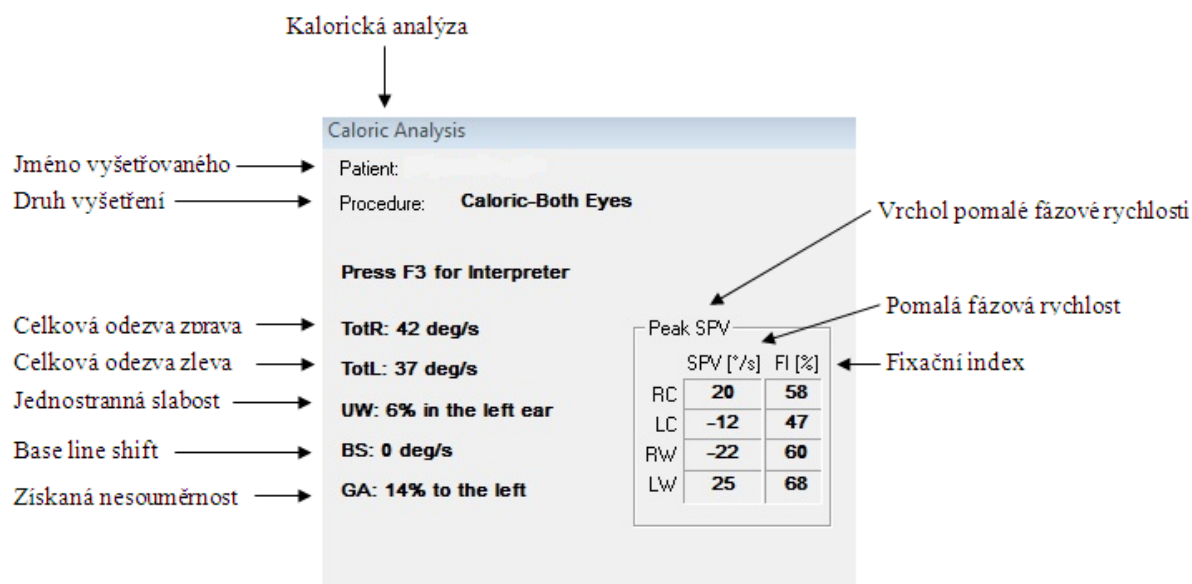
Správné vykreslení bodů, utvoří ideální spojení (křivku).

3. Výsledný graf kalorické odpovědi



Obrázek 21: Výsledný kalorický graf [12]

Výsledný graf kalorického vyšetření tvoří dvě protínající se čáry. Jedna z čar zastupuje teplé podněty a druhá čára zastupuje podněty studené. Vertikální osa grafu představuje pomalou fázovou rychlost (SPV), jenž je udávána v deg/sec a horizontální osa reprezentuje kalorickou slabost, udávanou v %. Obdelník, nacházející se uprostřed grafu, znázorňuje normální hodnoty, které by měly vyjít u zdravého jedince. V tabulce nastavených hodnot (výchozí nastavení) by se měly tyto hodnoty pohybovat do $\pm 25\%$ pro kalorickou slabost a do ± 6 deg/sec pro získanou asymetrii (nystagmofilii). Linie v grafu představují kalorické odpovědi z pravého a levého ucha. Stimulace pravého ucha je vynesena v levé části grafu a stimulace ucha levého je vynesena v části pravé. Průsečík, nacházející se uprostřed normálového obdelníku, představuje normální odpověď kalorické stimulace. V případě, že střed linií leží vlevo či vpravo od normálového obdelníku, můžeme říci, že odezva z levého či pravého ucha je slabá. Pokud průsečík leží pod či nad normálovým obdelníkem (základní čarou), jedná se o asymetrii [12].



Obrázek 22: Popis výsledků kalorického testu [12]

RC – pravé ucho (studená voda)

LC – levé ucho (studená voda)

RW – pravé ucho (teplá voda)

LW – levé ucho (teplá voda)

Celková odezva zprava - je dána součtem odezvy pravého ucha po stimulaci studenou a teplou vodou.

Celková odezva zleva - je dána součtem odezvy levého ucha po stimulaci studenou a teplou vodou.

Vrchol pomalé fázové rychlosti (peak)

Peak je nejvýše umístěný bod v měření, určený průměrem třech nejvyšších bodů SPV v daném časovém okamžiku. Jeho výpočet je prováděn průměrováním, a proto může ležet mimo naměřená data.

Pomalá fázová rychlost (SPV) – pomalá fáze nystagmu

SPV je definována jako intenzita nystagmické odpovědi, poskytující velké množství záznamů délky nystagmu. Rozpoznává 140 sekundové úseky a pro každou sekundu změří pomalou fázovou rychlost nystagmického kmitu. V případě, že nystagmická vlna přesáhne hodnotu 80 deg/s, pomocí zoomu se přizpůsobí rozlišení mřížky z 1 s/dílek na 500 ms/dílek

Fixační index (FI)

Video brýle jsou vybavené tzv. fixačním světlem, jenž je v průběhu kalorického vyšetření spouštěno a je potřeba, aby jej vyšetřovaná osoba po celou dobu sledovala. Fixační světlo se objeví ve video brýlích po cca 15 sekundách od výplachu ucha a počítá se těsně před zapnutím fixačního světla a těsně po vypnutí tohoto světla.

Výpočet Fixačního indexu:

$$FI = SPV_{\text{fix}} / SPV_{\text{nofix}}$$

SPV_{fix} - průměr největších rytmů (beatů) pomalé fázové rychlosti v době 5 sekund po vypnutí fixačního světla.

SPV_{nofix} - průměr největších rytmů (beatů) pomalé fázové rychlosti v době 5 sekund před zapnutím fixačního světla.

Interpretační asistent

Součástí zařízení Chatrt 200 a slouží k celkové analýze a interpretaci naměřených dat. Ověřuje správnost výsledků testů a porovnává naměřené hodnoty s tzv. předurčenými hraničními hodnotami.

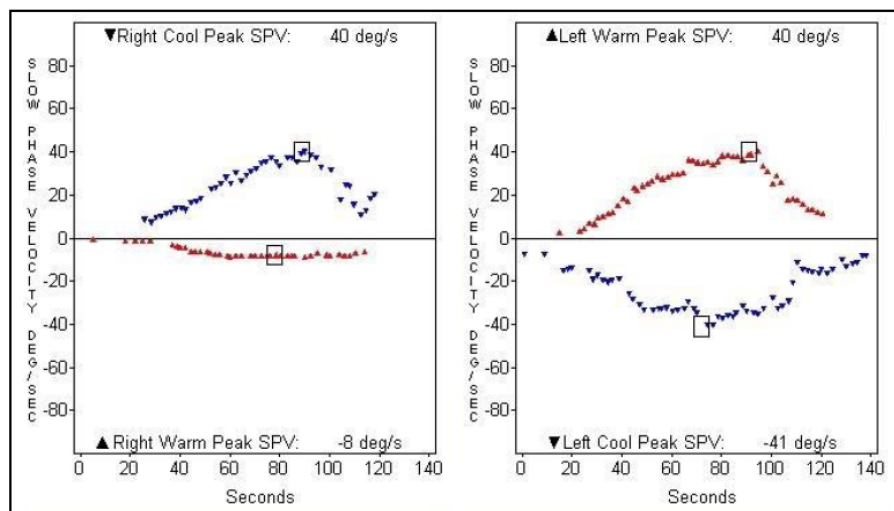
[12]

6.8 Technické chyby při kalorickém testování

Výsledky testů jsou pravděpodobně neplatné, pokud nemohou být interpretovány žádné známé fyziologické či patofyziologické stavy vestibulárního systému. V první řadě je důležité zkontrolovat naměřená data. Pokud data neodpovídají, odpověď po zavlažování neobsahuje dostatek datových bodů pro analýzu, je potřebné zopakovat průplach toho ucha, u kterého je kalorická odpověď nedostatečná či dokonce provést znova celé kalorické vyšetření [12].

Technická chyba 1

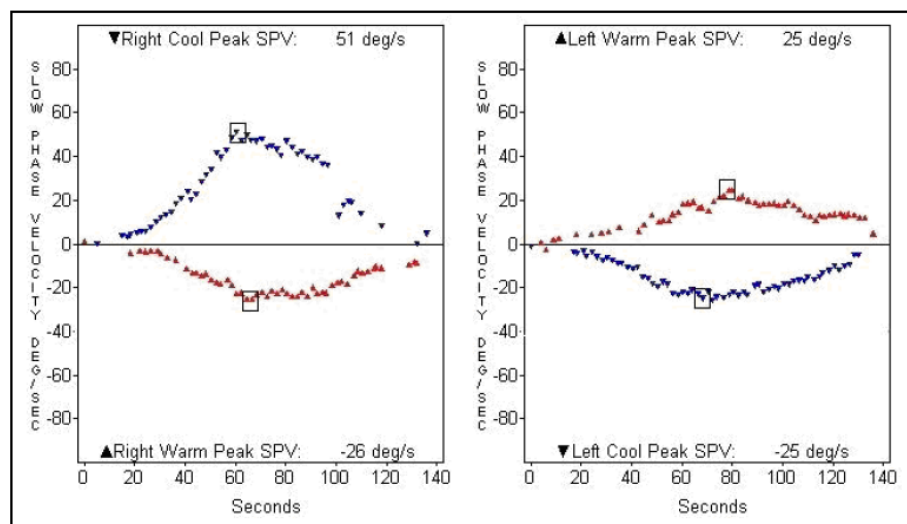
Tato chyba nastává v případě, kdy je jedna z kalorických odezev výrazně slabší než zbýlé tři odpovědi.



Obrázek 23: Technická chyba 1 [12]

Technická chyba 2

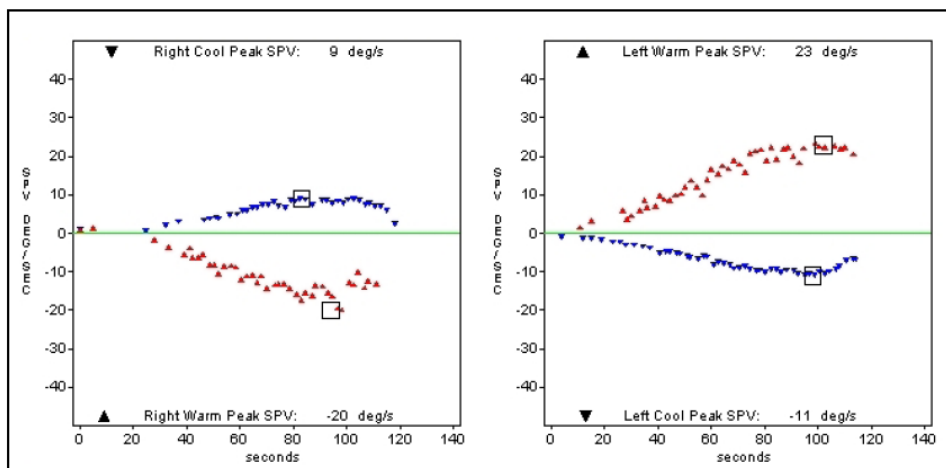
Dalším typ technické chyby nastane, když jedna z kalorických odpovědí je výrazně silnější než zbývající tři.



Obrázek 24: Technická chyba 2 [12]

Technická chyba 3 – teplotní efekt

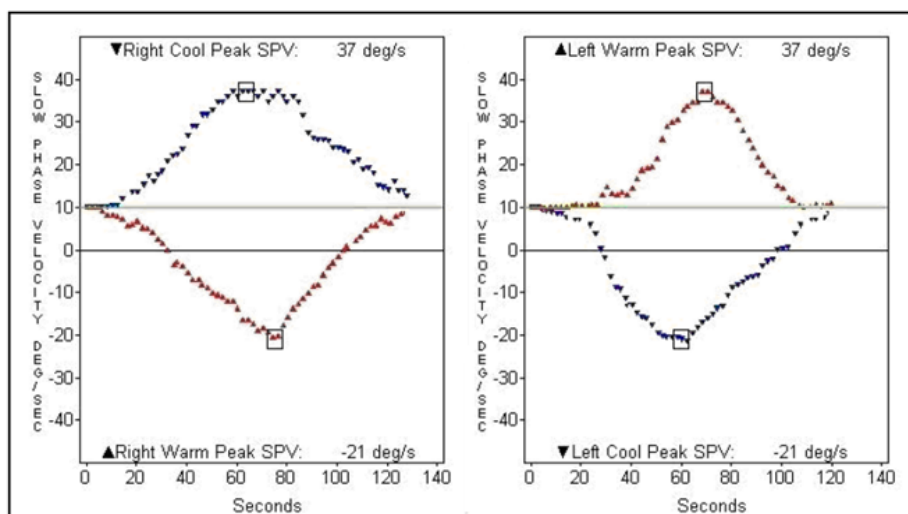
Nastává v případech, kdy je odpověď na teplý irigační podnět výrazně odlišná od odpovědi na podnět studený. Tento problém se řadí mezi technické chyby a nazývá se teplotní efekt. Mezi možné příčiny se řadí nesprávné nastavení teploty na kalorickém stimulátoru či špatné zkalibrování přístroje. Řeší se recalibrací přístroje.



Obrázek 25: Technická chyba 3 [12]

Technická chyba 4 – základní linie grafu

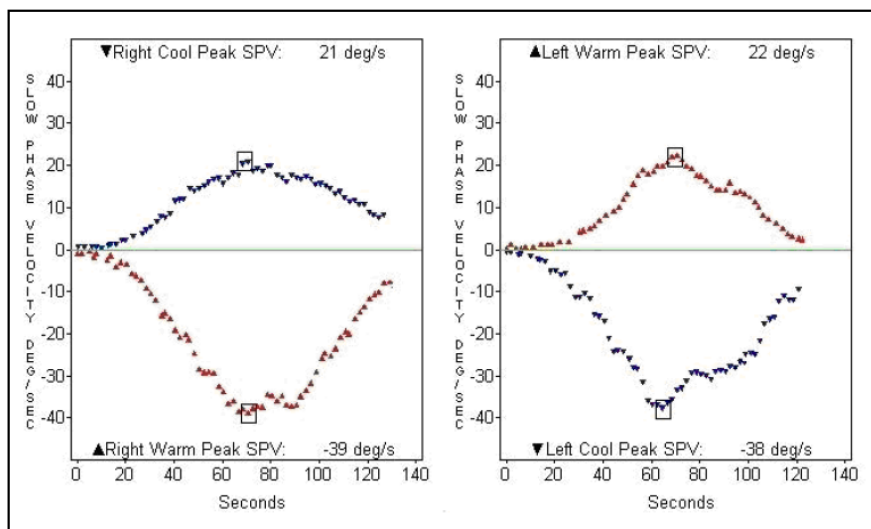
Pacienti se spontánním nystagmem (pre-existující) vykazují odezvu nystagmické odpovědi i bez průplachu. Toto se projevuje aditivní chybou v grafu (posunutí 0 hladiny základní linie). Lékař musí po vyhodnocení pacienta v případě potřeby posunout základní linii ekvivalentně k velikosti spontánního nystagmu.



Obrázek 26: Technická chyba 4 [12]

Technická chyba 5 – asymetrické zesílení

Asymetrické zesílení může být způsobeno spontánním nystagmem (viz. Předchozí bod) nebo může být způsoben fyziologickou nesymetrií odezev v určitých směrech, což je velmi vzácné.



Obrázek 27: Technická chyba 5 [12]

Technická chyba 6 - Ucpaný ušní průchod

Technická chyba 7 – krátká vodní stimulace (průplach)

Technická chyba 8 – krátká pauza mezi jednotlivými irigacemi

Technická chyba 9 – nedostatečné uvolnění pacienta při vyšetření

Technická chyba 10 – systematická chyba – zvolení špatného přepočtu měřeného signálu

[7][12]

6.9 Vzorce použité při výpočtu kalorické odezvy

$$\text{Unilateral Weakness (UW)} = \frac{(RC - RW) - (LW - LC)}{(RC - RW + LW - LC)} \times 100$$

$$\text{Gain asymetry (GA)} = \frac{(RC + LW) + (RW + LC)}{(RC - RW + LW - LC)} \times 100$$

[12]

RC – pravé ucho (studená voda)

RW – pravé ucho (teplá voda)

LC – levé ucho (studená voda)

LW – levé ucho (teplá voda)

6.10 Chyby nastavení

Špatné umístění video brýlí VG 40

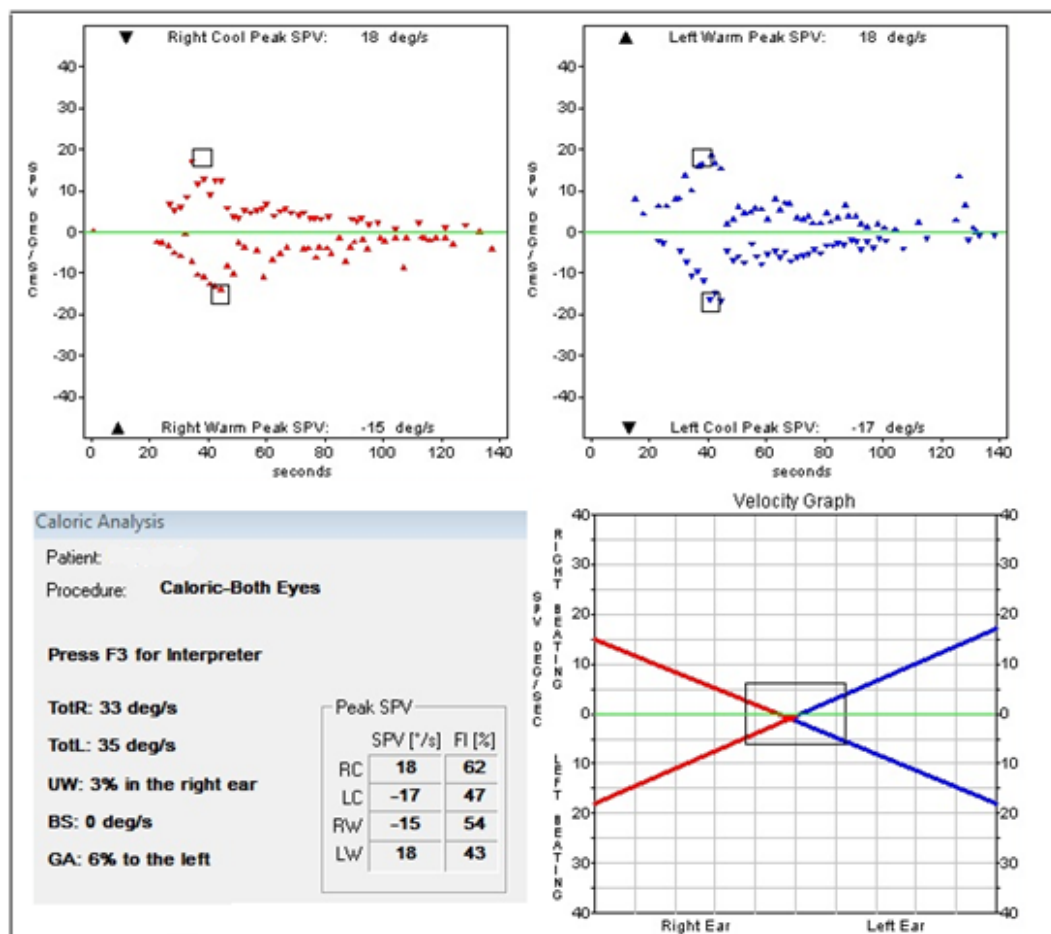
Nesprávným umístěním zmíněných brýlí na pacientovi může dojít k ovlivnění soustředěnosti pacienta na vyšetření, což ovlivní jak jeho výkon, tak také výsledky měření. Brýle musí být řádně nasazeny a upevněny, ale zároveň nesmí pacienta nikde tlačit, sesouvat se a omezovat jej. Při nesprávném nasazení brýlí nejsou kamery schopny korektně zaměřit zornice, čímž dojde zachycení okolního šumu.

Nesprávné nastavení video záznamu

Při špatném nastavení video záznamu systém není schopen zaměřit správné pohyby očí. Výsledný záznam není souvislý a graf naměřených dat neodpovídá běžnému tvaru. V případě nastavení nízké prahové hodnoty a kontrastu se mohou objevovat zákmity a záškuby. V opačném případě a to při nastavení vysoké prahové hodnoty a kontrastu dochází ke zkreslení naměřených dat a nejde je korektně zanalyzovat. V poslední řadě je třeba zmínit správné umístění zornic do stejné horizontální roviny. Pokud tomu tak ovšem není, může se stát, že kamery umístěné ve video brýlích VG40 nebudou schopny správně zaznamenat oční pohyby a výsledný signál bude zkreslený [5].

7 Výsledky měření

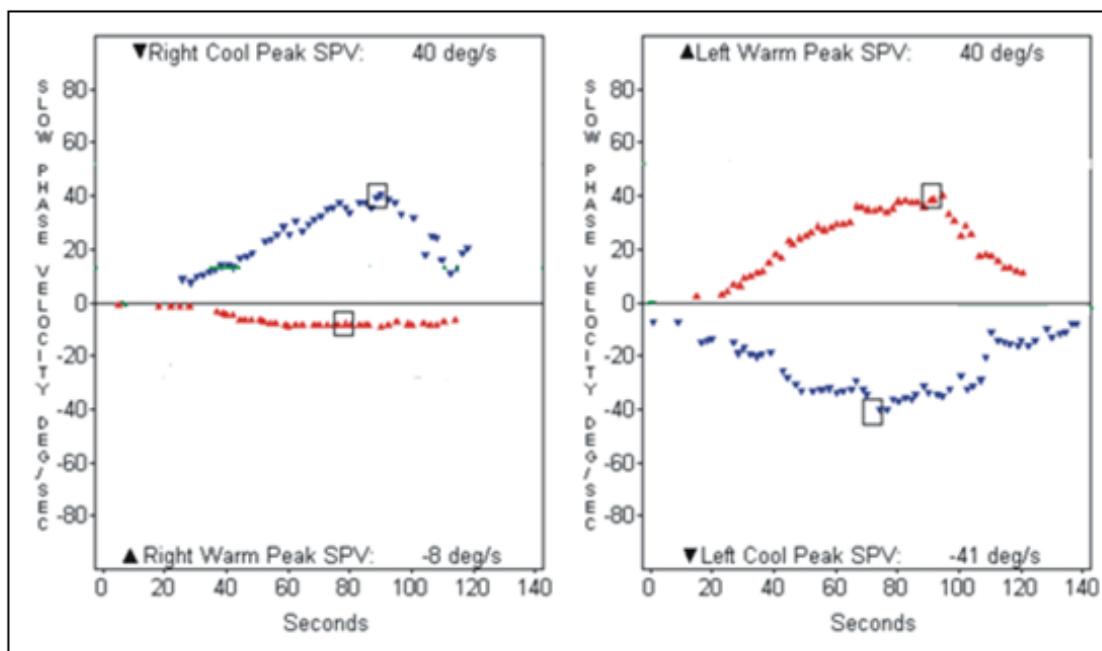
Výsledný graf 1



Obrázek 28: Výsledný graf č. 1

Jak je patrné z obrázku, průsečík čar reprezentujících teplé a studené podněty, vycházející z podráždění vestibulárního ústrojí se nachází uprostřed normálového obdelníku. Tento typ grafu je považován za standardní. Při měření nedošlo k žádné technické chybě a pacientův vestibulární aparát je bez fyziologických a patofyziologických poruch.

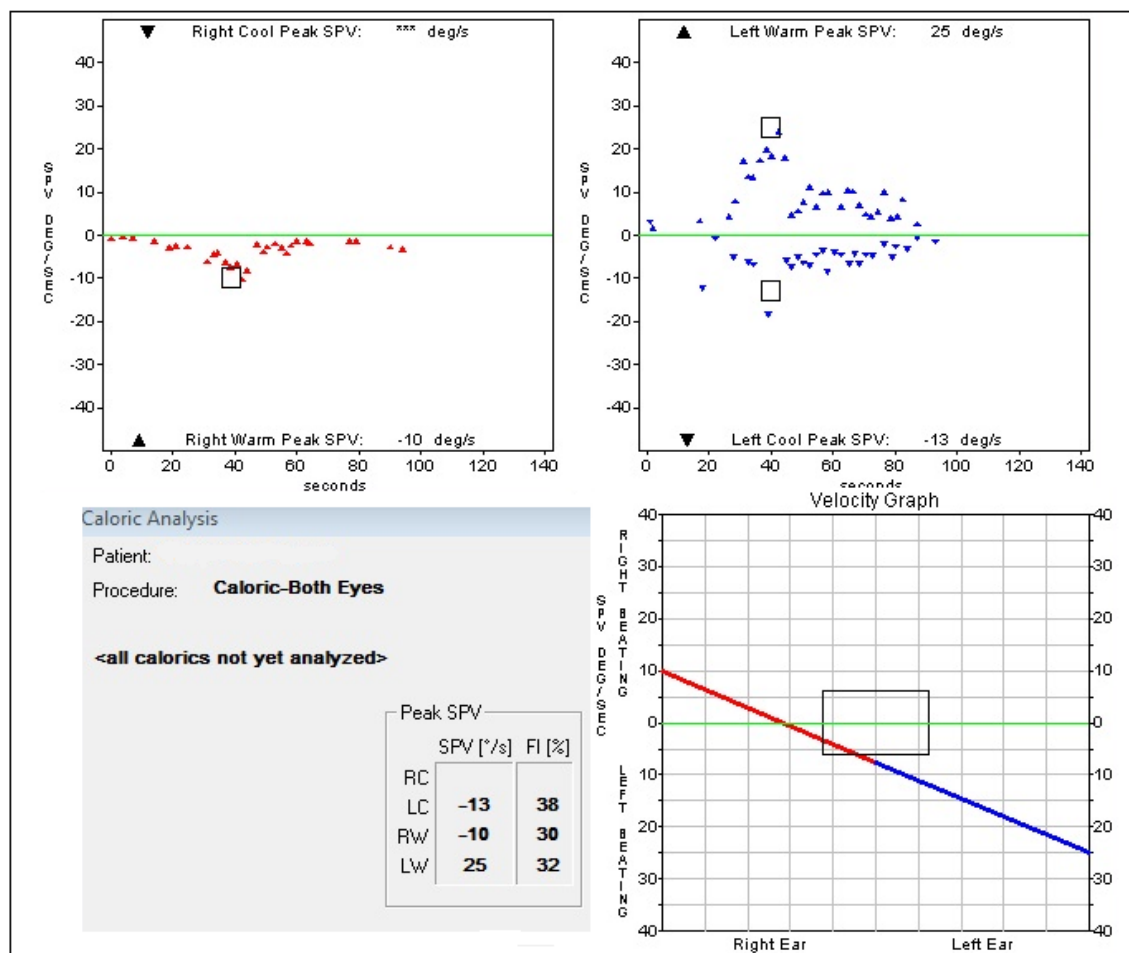
Výsledný graf 2



Obrázek 29: Výsledný graf č. 2 [2]

Na obr. 29 je patrné, že reakce na zavlažování pravého ucha teplou vodou ovlivňuje celkový výsledek měření. V tomto případě odpověď pravého ucha po irigaci teplou vodou má výrazně menší intenzitu než zbylé tři. Tento výsledek nelze vysvětlit žádnou známou fyziologickou či patofyziologickou poruchou vestibulárního aparátu, s největší pravděpodobností se tedy jedná o technickou chybu. Mezi možné a nejpravděpodobnější příčiny se řadí chyba v irigaci (průplach uší), dále by se mohlo jednat o chybnou kalibraci a v neposlední řadě ztráta vědomí pacienta při měření. Dá se tedy říci, že tento výsledek je vyvolán u pacienta, jehož vestibulární aparát není nijak narušen, a tudíž by všechny kalorické reakce měly být přibližně stejné. Z toho důvodu je potřebné zopakovat průplach pravého ucha teplou vodou. Pokud by i po zopakování irigace zmíněného ucha byly výsledky fyziologicky neplatné, je nezbytné zopakovat celé měření později [2].

Výsledný graf 3



Obrázek 30: Výsledný graf č. 3

Při tomto měření došlo k technické chybě přístroje či k nesprávné aplikaci teplé a studené vody do uší, tudíž po analyzování nystagmických odpovědí nebyl schopen přístroj zaznamenat a vyhodnotit výsledný graf.

S největší pravděpodobností se jedná o špatnou irigaci a tedy je nutné zopakovat celé měření znova. Nejčastější příčinou špatné irigace, tudíž nekorektních a neanalyzovatelných výsledků bývá chyba v aplikaci vody do uší. Nástavec sondy irigátoru musí být správně umístěn do ušního vstupu. Nedoporučuje se provádět více než šest průplachů v rámci jednoho testování, mohlo by totiž dojít ke zkreslení výsledků měření a k desorientaci pacienta.

8 Závěr

Videonystagmografie, metoda zabývající se vyšetřováním sluchově - rovnovážného a zrakového aparátu. Tato metoda patří k jedněm z nejmodernějších vyšetřovacích technik u nás. Přístroje využívané pro testování zmíněných ústrojí se vyskytují jen na pár místech v České Republice. Bakalářskou práci jsem tvořila pod záštitou Centra pro poruchu sluchu a rovnováhy Apromed.

Záměrem mé bakalářské práce bylo vytvoření laboratorní úlohy sloužící pro studenty zdravotnických oborů a zdravotnický personál pracující v odborných centrech zabývajících se poruchami sluchově - rovnovážného aparátu.

Pro komplexní pochopení dané problematiky bylo zapotřebí nastudování a vysvětlení přírodních disciplín z oblastí medicíny a to anatomie, fyziologie a patofyziologie výše uvedeného ústrojí. V dalších částech bakalářské práce se zabývám teoretickými a praktickými aspekty videonystagmografického vyšetření. VNG metodu provádí přístroj ICS Chartr 200 VNG/ENG spolu s dalšími komponenty potřebnými k danému vyšetření. Mezi potřebné součásti dále řadíme video brýle VG40 a kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II.

U této metody jsem se zaměřila na kalorické vyšetření, které zkoumá dráždivost vestibulárního ústrojí obou labyrintů zvlášť po aplikaci teplé a studené vody do zvukovodu. Do bakalářské práce jsem uvedla technické vlastnosti přístroje, pracovní postupy, všechny možné varianty naměřených výsledků vyšetření a naměřená data jsem dále zpracovala a vyhodnotila.

Závěrečným krokem bylo sestavení laboratorní úlohy, kde se uživatelé seznámí a naučí pracovat se systémem ICS Chartr 200 VNG/ENG.

9 Použitá literatura

- [1]Audionika: *služby pro sluchově postižené* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.audionika.cz>
- [2]BARIN, K. *Common Errors in ENG/VNG*. [online]. 2006 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.audiologyonline.com/articles/common-errors-in-eng-vng-978>
- [3]BARIN, K. *Comprehensive Guide to VNG/ENG Administration and Interpretation*. Budapešť, Otometrics, 2010.
- [4]ČIHÁK, R. *Anatomie 3*. 2 vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 655 s. ISBN 80-716-9140-2.
- [5]DOSPIVOVÁ, D. *Laboratorní úloha měření videonystagmografie*. Ostrava, 2012. Dostupné z: <http://dspace.vsb.cz/handle/10084/891/browse?value=Dospivov%C3%A1%2C+Dagmar&type=author>. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Fakulta elektrotechniky a informatiky. Vedoucí práce doc. RNDr. Jindřich Černohorský, CSc.
- [6]Ear: Symptoms of ear diseases. [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.drmkotb.com/EN/index.php?page=students&case=&A=1&B=5&C=0>
- [7]HAIN, T., C. *Errors on ENG testing*. [online]. 2012 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.dizziness-and-balance.com/testing/blunders/ENG/errors.html>
- [8]MORAVANSKÁ, J. *Život s benigním paroxysmálním polohovým vertigem*. Brno, 2008. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/185153/lf_b/BC_prace_final_verze_7ivjx.pdf. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce MUDr. Leoš Rousek.
- [9]MRÁZKOVÁ, E. *Základy audiologie a metod objektivního vyšetření sluchu*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 111 s. ISBN 80-248-1123-4.
- [10]MRÁZKOVÁ, E., MRÁZEK, J., LINDOVSKÁ, M. *Základy audiologie a objektivní audiometrie: medicínské a sociální aspekty sluchových vad*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2006, 121 s. ISBN 80-736-8226-5.
- [11]Uživatelská příručka: HORTMANN Aquamatic II, GN Otometrics.
- [12]Uživatelská příručka: VNG Operator's Manual CHARTR 200 ENU.
- [13]Uživatelský příručka: VG40 User Guide for CHARTR 200.
- [14]Wikipedie. *Ucho* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ucho>

[15]WikiSkripta. *Nervus vestibulocochlearis*. [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Nervus_vestibulocochlearis

[16]Mozková smrt. *Diagnostický a terapeutický manuál* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://cmp-manual.wbs.cz/smrt_mozku/vor.jpg

10 Přílohy

Příloha č. 1: Laboratorní úloha měření funkce rovnovážného aparátu (kalorické vyšetření)

Příloha č. 2: Kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II

Příloha č. 3: Přístroj ICS Chartr 200 VNG/ENG

Příloha č. 4: Izolační transformátor

Příloha č. 5: Video brýle VG40

Příloha č. 1: Laboratorní úloha měření funkce rovnovážného aparátu (kalorické vyšetření)

LABORATORNÍ ÚLOHA MĚŘENÍ FUNKCE ROVNOVÁŽNÉHO APARÁTU (KALORICKÉ VYŠETŘENÍ)

Předpokládané znalosti

Před přistoupením k samotnému měření je potřebné prostudování uvedených materiálů, týkající se přístroje ICS Chartr 200 a metody, která je v této laboratorní úloze využívána. Důležité je také znát základy anatomie a fyziologie sluchově - rovnovážného aparátu.

Cíl úlohy

- Seznámit se systémem ICS Chartr 200 VNG/ENG pro vyšetření vestibulárního ústrojí.
- Zapojit přístroj.
- Provést kalorické vyšetření pomocí uvedeného systému.

Zadání

- Prostudujete manuál k přístroji ICS Chart 200 a uživatelskou příručku k video brýlím VG40.
- Dle přiloženého schématu zapojte měřicí řetězec a nastavte přístroje.
- Proved'te kalorické vyšetření vestibulárního aparátu (rovnovážného ústrojí).

Použité vybavení

- Napájecí kabel
- PC
- Software pro ICS Chartr 200 VNG
- Izolační transformátor (stanice)
- Kabel USB
- Přístroj ICS Chartr 200 VNG/ENG
- Video brýle VG40
- Kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II (spolu se síťovou šňůrou, přívodní hadicí, výpustní hadicí a sondou)

Teoretický rozbor

Vestibulární aparát je jednou z nejdůležitějších součástí při registraci polohy hlavy vůči okolí a také slouží k udržení rovnováhy. Jakékoli porušení vestibulárního ústrojí může mít velmi závažné následky. Poruchy nejčastěji vznikají traumatem vestibulárního ústrojí, infekcí, nádorem či poruchou

cévního zásobení a nemoci centrální nervové soustavy. Subjektivně se poruchy projevují vertigem a objektivně různými tonickými odchylkami.

K vyšetření vestibulárního ústrojí jsou k dispozici různé možnosti vyšetření. K jednomu z nejdůležitějších testů tohoto aparátu patří vyšetření kalorické, díky kterým zjišťujeme dráždivost vestibulárního ústrojí. Při této zkoušce získáváme výsledek dráždivosti vestibulárního ústrojí každého z obou labyrintů zvlášť. Kalorické vyšetření se provádí pomocí systému přístrojů ICS Chartr 200 VNG/ENG, speciálních video brýlí VG40 a kalorického stimulátoru. Nezbytným prvkem zapojení je počítač, v němž se nachází software, který umožňuje uživateli provádět veškerá vyšetření vestibulárního aparátu prostřednictvím jediného intuitivního uživatelského rozhraní.

Hardware ICS Chartr 200, využívá video brýlí a elektrod k získání očních pohybů. Jeho velkou výhodou je možnost pořízení videa, které může sloužit k dalšímu využití. Pacientovy oči mohou být sledovány v reálném čase nebo na dvou monochromatických monitorech připojených k systému. Pro vyšetření je možné spustit dva módy záznamu a to videonystagmografický a elektronystagmografický mód.

Pro účely toho vyšetření je důležitý a potřebný mód VNG. Jedná se o metodu, při které se k vyšetření vestibulárního aparátu využívají speciální video brýle VG40 zaznamenávající pohyby očí přímo prostřednictvím infračervených kamer. Jde o nový standard pro testování funkce vnitřního ucha. Videonystagmografie je přesnější a pro vyšetřovanou osobu je pohodlnější.

Video brýle slouží k sledování očních pohybů. Jsou v nich nainstalovány dvě infračervené kamery, které poskytují záznam jen jednoho oka (monokulární záznam) nebo obou očí (binokulární záznam). Získané videozáznamy jsou vysílány do počítače, kde jsou dále zpracovávány softwarem k tomu určeným.

Dalším prvkem systému je kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II, který slouží k bezpečnému a snadnému testování reakce vestibulárního ústrojí po podráždění zvukovodu teplou a studenou vodou. Jedná se o samostatnou jednotku, která je s celým systémem synchronizována pomocí přednastaveného časovače.

Pracovní postup

Pracovní postup k bodu č. 1 zadání

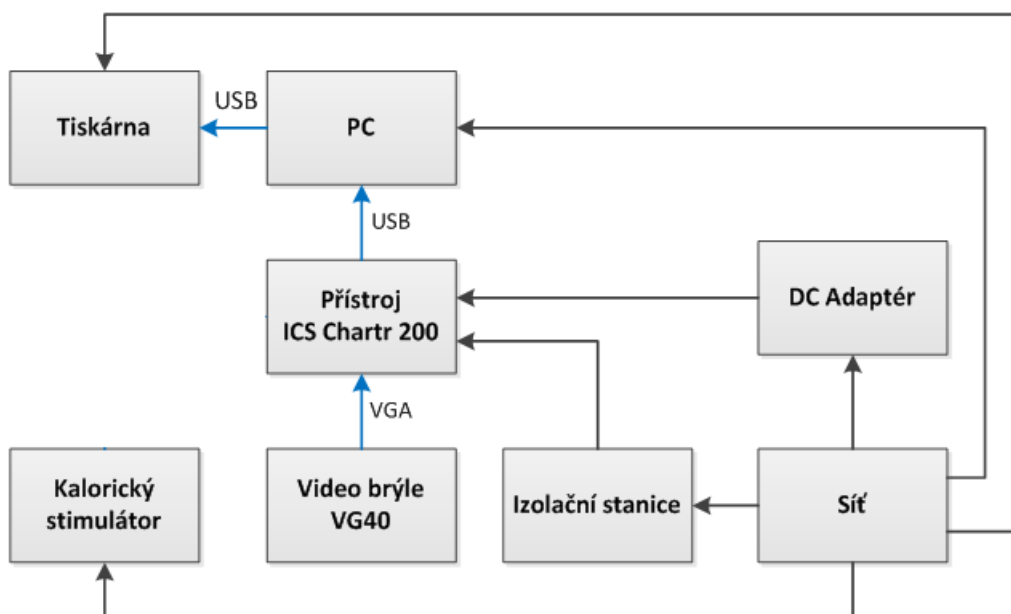
Prostudujte:

1. Manuál k přístroji ICS Chartr 200 VNG/ENG a k Video Goggle VG40 (video brýle).
2. STARÁ, L. Laboratorní úloha měření funkce rovnovážného aparátu (Kalorické vyšetření). Ostrava: VŠB-TUO. Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2013, Vedoucí práce doc. RNDr. Jindřich Černohorský, CSc.
3. MRÁZKOVÁ, E., MRÁZEK, J., LINDOVSKÁ, M. *Základy audiologie a objektivní audiometrie: medicínské a sociální aspekty sluchových vad*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2006, 121 s. ISBN 80-736-8226-5.

Pracovní postup k bodu č. 2 zadání

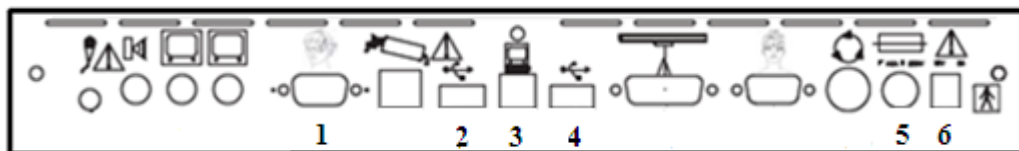
Dle přiloženého schématu sestavte a zapojte měřicí řetězec systému ICS Chartr 200 VNG/ENG a to takto:

- Propojte ICS Chartr 200 pomocí USB s počítačem a video brýle prostřednictvím kabelu VGA.
- Dále připojte kalorický stimulátor do síťové zásuvky a to spolu s funkčním ochranným vodičem.
- Připojte napájecí adaptér (adaptér AC/DC) k přístroji ICS Chartr 200 a to přes izolační oddělovací transformátor. Tento izolační prvek zajišťuje galvanické oddělení elektrických obvodů od rozvodné sítě.
- Při propojování přístrojů dbejte na zásady práce se zdravotnickými elektronickými přístroji.



Obrázek 1: Schéma zapojení pro kalorickou zkoušku

Správné propojení konektorů

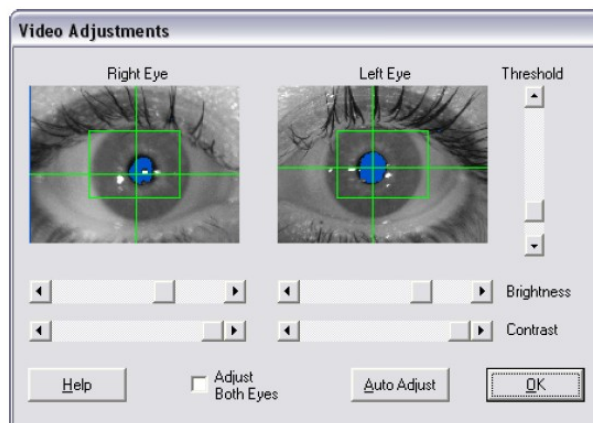


Obrázek 2: Konektory hardwaru ICS Chartr 200 VNG/ENG

1. Video brýle VG40
2. USB
3. PC
4. USB
5. Pojistka napájení (zdroje)
6. Vstup stejnosměrného proudu (DC)

Pracovní postup k bodu č. 3 zadání

- Po řádném propojení celého systému je potřeba překontrolovat a řádně nastavit parametry potřebné k měření.
- Po překontrolování zapojení, posad'te vyšetřovanou osobu na lůžko, na hlavu ji nasad'te video brýle VG40 tak, aby byly řádně utáhnuty, ale zároveň, aby pacienta nijak neomezovaly.
- Zapněte počítač a spus'te program pomocí ikony ICS Chartr 200 VNG/ENG, která se nachází na ploše PC.
- Po spuštění programu se zobrazí hlavní okno a databáze již zaevidovaných pacientů
- v našem případě předpokládáme, že pacient ještě není zaevidován, tudíž klikněte, na záložku v menu FILE > New Pacient a vyplňte požadované informace.
- Po řádném nasazení a utáhnutí video brýlí na pacientovi, je nezbytné docílit správného nastavení a zaostření očí, které je možné zajistit pomocí třech otočných tlačítek Horizontal, Vertical, Focus. Je důležité, aby obě oči byly co nejbližší středu video brýlí a aby byly ve stejné horizontální rovině. Při tomto vyšetření jsou video brýle použity se zavřeným hledím.
- Po zajištění výše uvedených bodů postupu je ještě důležité zajistit správné nastavení video záznamu.
- Pro nastavení video záznamu klikněte na záložku v menu VIDEO > VIDEO ADJUST. Po zobrazení dialogového okna video adjustments, korektně nastavte a dolad'te zobrazované video.



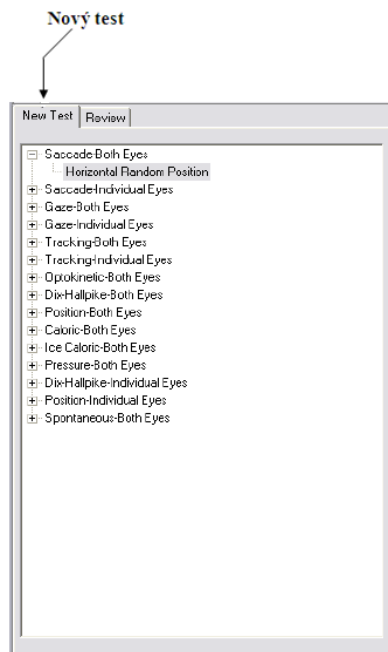
Obrázek 3: Nastavení video záznamu

Tabulka 1: Položky pro nastavení video záznamu

Threshold	Prahová hodnota záznamu
Contrast	Nastavení kontrastu
Brightness	Nastavení jasu
Auto Adjust	Automatické nastavení
Adjust Both Eyes	Nastavení obou očí zároveň

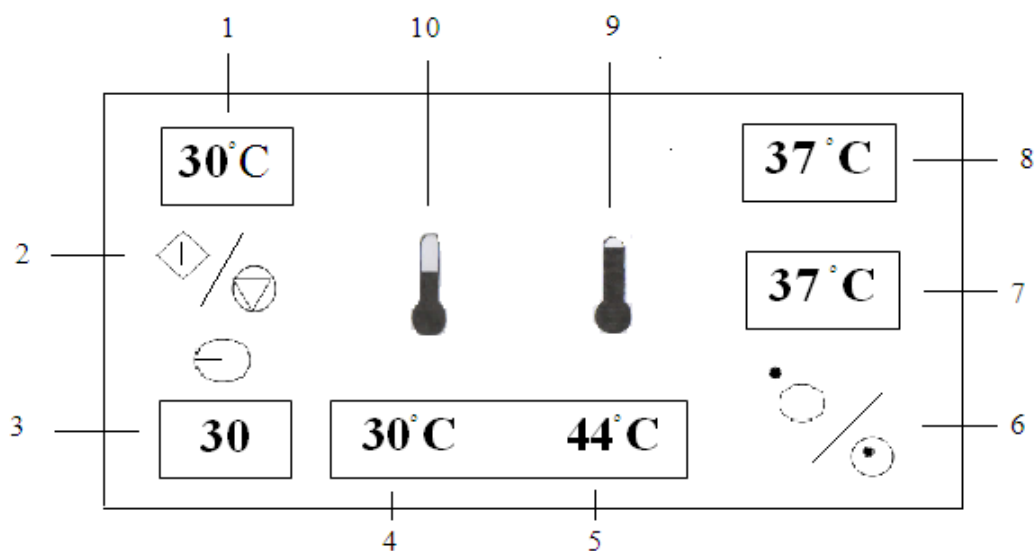
Pracovní postup k bodu č. 4 zadání

- Po dokončení výše uvedených úkonů uložte pacienta do polohy naznak s hlavou v předklonu 30 stupňů.
- Přes záložku v menu FILE > Existing Patient a vyberte Vámi zaevidovaného pacienta.
- Klikněte na záložku New Test, dále dvojklikem vyberte kalorický test a zapněte kalorický stimulátor.



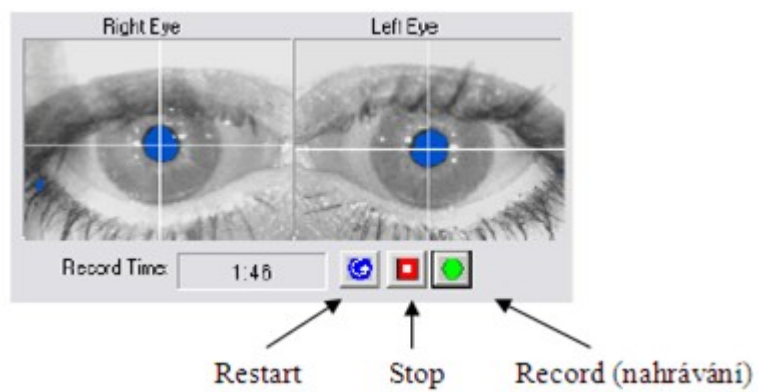
Obrázek 4: Nový test

- Po zapnutí kalorického stimulátoru je potřebné nastavit teplotu vody, kterou budeme používat k výplachu a to za pomoci tlačítek 4 a 5 viz. obr. 5 přední panel kalorického stimulátoru.
- Na panelu kalorického stimulátoru nastavte za pomoci tlačítka 3 dobu stimulace a to na 30 sekund.
- Po nastavení a výběru správné hodnoty teploty vody a nastavení časovače, zmáčkněte tlačítko start, po dobu 15 sekund zůstává přístroj v tzv. vyčkávací pozici.
- Umístěte nástavec sondy do daného ucha a po pípnutí kalorického stimulátoru zahajte pomocí spouštěče na rukojeti sondy průplach. Jakmile začnete s průplachem je potřeba také zahájit měření očních pohybů a to stiskem tlačítka START na pracovní ploše.
- Ihned po zahájení měření klikněte na tlačítko Record, čímž spustíte nahrávání očních pohybů.
- Po 30 sekundovém výplachu nastává cca 15 sekundová pauza, ve které je voda odvedena do výpustní hadice a displej teploty bliká.
- Po cca 15 sekundách kalorický stimulátor vydá další akustický signál, při němž je potřebné na pracovní ploše zapnout fixační index (červená tečka, která se objeví v brýlích a u níž je potřebné, aby ji pacient po celou dobu vyšetření sledoval).



Obrázek 5: Přední panel kalorického stimulátoru

1. Displej doby trvání stimulace
 2. Tlačítko pro spuštění a zastavení stimulace
 3. Tlačítko na volbu doby stimulace
 4. Tlačítko na nastavení hodnoty studené vody
 5. Tlačítko na nastavení hodnoty teplé vody
 6. Tlačítko na zapínání či vypínání ohřevu/průtok
 7. Tlačítko – vyplachovací mód o hodnotě 37 °C
 8. Displej teploty vody
 9. Tlačítko pro teplou stimulaci (44 °C)
 10. Tlačítko pro studenou stimulaci (30 °C)
- Měření provádějte pro každé ucho a to v tomto pořadí pravé ucho – teplá voda (44 °C), levé ucho – teplá voda, levé ucho – studená voda (30 °C) a pravé ucho – studená voda.
 - Záznam měření každého ucha provádějte po dobu 5 minut od spuštění kalorického stimulátoru.
 - Pro ukončení testu stiskněte tlačítko Stop a následně stiskem tlačítka Save, uložíte naměřený průběh.
 - Přes záložku Review vyberte Vámi naměřený test a stiskem tlačítka Analysis spustíte analýzu grafického průběhu, který jste naměřili.
 - Následně výsledný graf vytiskněte a přiložte k protokolu o měření.



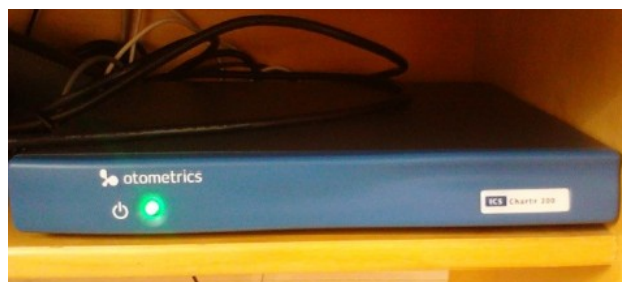
Obrázek 6: Nahrávání video záznamu

Výsledky měření

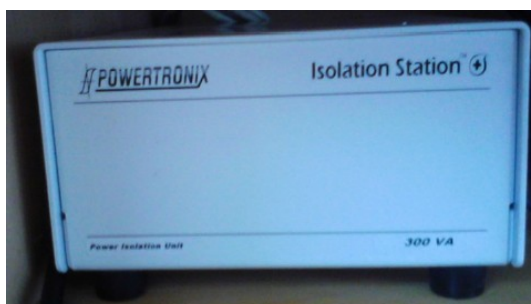
- Do protokolu o měření přiložte naměřené výsledky.
- Výsledky získané měřením zhodnoťte.



Příloha č. 2: Kalorický stimulátor HORTMANN Aquamatic II [1]



Příloha č. 3: Přístroj ICS Chartr 200 VNG/ENG



Příloha č. 4: Izolační transformátor



Příloha č. 5: Video brýle VG40